

NOUVELLES TABLES

DESTINÉES A ABRÉGER

LES

CALCULS NAUTIQUES

Correction Pagel, Azimut,
Angle de route pour l'arc de grand cercle,
Heure du lever ou du coucher d'un astre,
Nom d'une étoile observée, etc.

PAR

E. PERRIN
ENSEIGNE DE VAISSEAU

COMPLÉMENT DES TABLES

DE M. LABROSSE

POUR TOUS LES ASTRES DONT LA DÉCLINAISON DÉPASSE 24°

PARIS
ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR
LIBRAIRIE MARITIME ET SCIENTIFIQUE
DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DE SAUVETAGE MARITIME
Rue Hautefeuille, 21

VRAGES DU MÊME AUTEUR

icier de marine. — **TRAITÉ PRATI-DE MÉTÉOROLOGIE NAUTIQUE.** 1 fort de 4 grandes planches gravées, de 2 tables nautiques: table donnant la dis-oint remarquable à l'aide de deux re-faite de l'un à l'autre; table de cor-soleil; table pour trouver l'heure de phabétiquedes principaux lieux géo-ts maritimes) donnant les établisse-ée de l'eau aux syzygies. 12 fr. 50 c.
s sur le soleil, les étoiles, la lune et les ps.— Eclipses.— Description et usage des Chronomètres.— Théorie et pratique des struction et usage des cartes marines. — e. — Variation et déviations des compas. marées dans la Manche.— Alizés.— Mous-hons.— Vents périodiques ou généraux et a mer pour les océans Indien, Pacifique — Paratonnerres. — Déplacement et jau-vision du temps à l'aide du baromètre et es routes maritimes du globe, d'après les ructions pour entrer en Manche.— Navi-Gibraltar.

— **PRÉVISION DU TEMPS**; moyens de prévoir la direction et la force du vent, à l'aide du baromètre, du thermomètre et du psychromètre; avertissements généraux sur le temps; *manuel à l'usage des marins*, précédé de notions sur les vents régu-liers, vents variables et cyclones. In-8. 1 fr. 50 c.
Ouvrage autorisé par S. Exc. M. le Ministre de la marine.

— **DÉSAIMANTATION DES NAVIRES EN FER** et réduction des déviations des compas, d'après le méthode de **EVAN HOPKINS**, résultats des expériences à bord du *Northumberland* et de la *Charente*. Broch. in-8 avec grandes planches. 3 f
Magnétisme terrestre étudié relativement aux compas des navires en fer. — Déviations et ses remèdes. — Navires en fer et compas — Exposé des méthodes actuellemeut usitées pour corriger les er-reurs des compas à bord des navires en fer. — Cause apparente de l'attraction et de la répulsion des pôles des aimants. — Magné-tisme terrestre.— Déviation des compas.— Position des compas de route à bord des navires en fer.— Oscillations des aiguilles. — Compas avec barreaux recourbés. — Désaimantation des navires en fer et de leurs baux, pour réduire les déviations des compas. — Tableaux des déviations à bord du *Northumberland* et de la *Charente* avant et après la méthode de *Hopkins*. — Discussion. — Résultats. Conclusions.

---

e de l'Ecole polytechnique, capitaine — **PERFORATION DES CUIRASSES EN** massifs ou creux, en acier ou en fonte **S SYSTÈMES** de blindage pour les na-In-8 avec figures dans le texte et 3 es. 4 fr.

iiral. — **MÉTHODES DE NAVIGATION, OLUTIONS** pratiquées sur l'escadre de commandement de l'amiral Bouet- 1 fr. 50 c.
et navigation en escadre.— La vitesse de ombres de tours des machines.— Observa-nes de transmission des ordres pendant le de giration. — Evolutions. — Nouvelle

port à Dunkerque. — **GUIDE PRATI-** usage des marins. 1 vol. grand in 8 uses figures dans le texte et de deux 6 fr. 50 c.

aisseau. — **THÉORIE DES RELÈVE-** application à diverses questions de avec planches gravées. 2 fr. 50 c.

la marine. — **NOTE SUR LA MARINE** avec 3 grandes pl. 2 fr. 50 c.

l'Ecole navale impériale. — **DE LA A BORD DES NAVIRES** et du moyen **OMPAS DE DÉVIATIONS.** Broch. grand es figures. 3 fr.

de frégate, directeur de l'Ecole des — **COURS COMPLET DES MACHINES** *yés pour la navigation*, ouvrage rédigé mme officiel pour les différents grades rine impériale. 2e édition refondue gmentée. 1 très-fort vol. in-8, suivi de toutes les matières, avec renvoi t traitées, et accompagné d'un atlas ravées sur acier, ayant chacune sa 17 fr.

RETIEN ET L'EXERCICE DE LA MA- armés. Broch. 1 fr.
— École de machine.— Mise en marche. — Conduite des propulseurs. — Allu-Choix et embarquement du charbon. —

LE LIVRE DU TEMPS, manuel pra- l'usage des marins, traduit par au Borda. Un vol. in-8 avec 2 breux tableaux thermométriques e la force et de la vitesse du 4 fr.

port. — **GUIDE DU CAPITAINE ET** orts qu'ils doivent avoir pour diri-de toutes les communications qui tre un capitaine et un pilote dans **S DE L'EUROPE**, disposé de telle lire en même temps la même

La première partie traite les différentes phases de la navigation, depuis l'abordage du navire par le pilote jusqu'à l'arrivée au port et depuis la sortie du port jusqu'au congé que reçoit le pilote. La seconde partie est un vocabulaire comprenant les mots usités dans la marine dans les principales langues européennes.

FORTS DE MER CUIRASSÉS (les), in-8 avec 1 pl. 1 fr. 50 c.

GARRAUD, capitaine de frégate. — **ÉTUDES SUR LES BOIS DE CONSTRUCTION**, 1 beau vol. in-8 accompagné de figures dans le texte. 3 fr. 50 c.

LA PLANCHE (DE), capitaine de frégate. — **NOUVELLES BASES DE TACTIQUE NAVALE DES NAVIRES A VAPEUR**, ouvrage traduit du russe de l'amiral *Boutakoff*. 1 volume in-8, avec de nombreuses figures dans le texte, et accompagné de 26 planches grav., dont une grande partie en couleurs. 15 fr.

LEVOT, bibliothécaire du port de Brest, et **DONEAUD**, professeur à l'Ecole navale impériale. — **LES GLOIRES MA-RITIMES DE LA FRANCE**, biographie des marins, découvreurs, ingénieurs, médecins, hydrographes, etc., les plus célèbres de la marine française. 1 fort vol. in-12. 4 fr.

LISSIGNOL, ingénieur de l'Ecole impériale des mines. ancien ingénieur en second de la Compagnie générale transatlanti-que, etc. — **CONSTRUCTION ET EXPLOITATION DES NAVIRES EN FER A VOILES.** In-8 accompagné de nombreux tableaux de comparaison et de 2 grandes pl. gr. 6 fr. 50 c.

MACHINES MARINES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867 (les), recueil des rapports adressés à S. Exc. M. le Minis-tre de la marine, par les mécaniciens principaux de la ma-rine impériale. In-8, avec 40 gr. planches.

MERLIN, maître voilier, chargé de la voilerie à Toulon. — **TRAITÉ PRATIQUE DE VOILURE**, ou exposé des méthodes sim-ples et faciles pour calculer et couper toutes espèces de voiles, 1 volume in-8, avec figures dans le texte, et accompagné de nombreux tableaux, des qualités de toile, des grosseurs de ralingues, des coupes de laizes, de toiles, etc., etc., et de 7 grandes planches gravées.

PARIS, vice-amiral, directeur général du dépôt des cartes et plans de la marine, membre de l'Institut (Académie des sciences). — **L'ART NAVAL, EN 1867, A L'EXPOSITION UNI-VERSELLE DE PARIS**, état actuel de la marine, description des inventions maritimes et des derniers perfectionnements. Un très-fort vol. grand in-8 suivi d'une grande table alphabé-tique de tous les articles avec renvoi aux numéros où ils sont traités, et accompagné d'un bel atlas renfermant 50 planches in-folio gravées.

— **NOTE SUR LES NAVIRES CUIRASSÉS.** Br. in-8 accompagnée d'une lithographie et de 2 planches gravées. 3 fr. 50 c.

— **MANOEUVRIER COMPLET** ou traité des manœuvres de mer et du gréement, à bord des bâtiments à voiles et à vapeur; par MM. le baron *de Bonnefoux* et *E. Pâris*. 1 vol. in-8. avec figures dans le texte et accompagné de 2 grandes planches gravées. 7 fr.

PROMPT, lieutenant de vaisseau. — **TACTIQUE DES ABOR-DAGES EN MER**, théorie de la libre circulation des mers, éclairage permanent des navires, examen historique et criti-que de la question des abordages, moyens de les prévenir. In-8 avec 2 grandes planches

F. LABROSSE. — TABLES DES AZIMUTS DU SOLEIL. — PRIX : 8 FR. 50.

NOUVELLES TABLES

DESTINÉES A ABRÉGER

LES

CALCULS NAUTIQUES

Correction Pagel, Azimut,
Angle de route pour l'arc de grand cercle,
Heure du lever ou du coucher d'un astre,
Nom d'une étoile observée, etc.

PAR

E. PERRIN
ENSEIGNE DE VAISSEAU

COMPLÉMENT DES TABLES

DE M. LABROSSE

POUR TOUS LES ASTRES DONT LA DÉCLINAISON DÉPASSE 24°



PARIS
ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR
LIBRAIRIE MARITIME ET SCIENTIFIQUE
LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DE SAUVETAGE MARITIME
Rue Hautefeuille, 21



A LA MÊME LIBRAIRIE

DUBOIS, examinateur de la marine. — DE LA DÉVIATION DES COMPAS A BORD DES NAVIRES et du moyen de l'obtenir à l'aide du COMPAS DE DÉVIATION. Brochure grand in-8 avec de nombreuses figures. 3 fr.

ARNAULT, lieutenant de vaisseau. — ÉLÉMENTS DE TRIGONOMÉTRIE à l'usage de la marine. 1 vol. in-8, accompagné de nombreuses figures dans le texte. 3 fr.

BOURGOIS, contre-amiral. — DES MOUVEMENTS DE L'ATMOSPHÈRE, des vents dans les régions tempérées et tropicales de l'océan Atlantique, de l'équilibre et du mouvement de l'atmosphère. Brochure in-8 avec planche. 3 fr. 50 c.

HILLERET, lieutenant de vaisseau. — ÉTUDE SUR LES COURBES DE HAUTEUR, et sur le procédé pratique consistant à les remplacer par des *droites de hauteur;* application à la détermination du *point observé à la mer;* étude géométrique du problème des courants. In-8 avec 4 pl. 3 fr.

FOURNIER, lieutenant de vaisseau. — DÉVIATIONS DES COMPAS, exposé théorique et pratique d'une méthode nouvelle pour déterminer rapidement, à la mer, dans toutes les circonstances de navigation, les déviations de l'aiguille aimantée du compas-étalon. L'ouvrage est terminé par un aide-mémoire pour servir à l'application des trois problèmes usuels de la régularisation du compas et qui sont à la portée de tous les marins. 1 vol. in-8, accompagné de 45 figures dans le texte et d'une planche en plusieurs couleurs. 6 fr.

HAVET, dispacheur. — GUIDE PRATIQUE DES CAPITAINES EN CAS D'AVARIES, deuxième édition, revue et mise au courant des conditions nouvelles, approuvée par les compagnies d'assurances maritimes. In-8. 2 fr.

ROUX, capitaine de frégate. — GUIDE DES OURAGANS ET DES TEMPÊTES. Description des ouragans. Manière de reconnaître sa position, et de manœuvrer quand on est surpris par un cyclone. Signes atmosphériques et célestes précurseurs des ouragans, cyclones et typhons. Revue anecdotique des plus violents ouragans. Ouragans dans les hautes latitudes. *Deuxième édition*, revue et augmentée. In-8, avec 13 grandes planches. 5 fr.

CONSEIL, capitaine de port à Dunkerque. — GUIDE PRATIQUE DE SAUVETAGE à l'usage des marins. 1 vol. grand in-8, accompagné de figures dans le texte. 6 fr. 50 c.

DU TEMPLE, capitaine de frégate, directeur de l'école des mécaniciens, à Brest. — COURS COMPLET DE MACHINES A VAPEUR, *appareils employés pour la navigation*, ouvrage rédigé suivant le dernier programme officiel pour les différents grades des mécaniciens de la marine. 2e *édition*, refondue et considérablement augmentée. Un très-fort vol. in-8, suivi d'une table alphabétique de toutes les matières, avec renvoi aux numéros où elles sont traitées, et accompagné d'un atlas renfermant 27 planches gravées sur acier, ayant chacune sa légende explicative. 17 fr.

MACHINES A VAPEUR MARINES ET LES PROPULSEURS (Étude sur les). Rapports adressés à S. Exc. M. le Ministre de la Marine, par MM. BONNEFOY, HUBAC, JOUBLIN, MOREL, MOUCHE et POSTEC, mécaniciens principaux de la marine. 1 beau vol. in-8, accompagné de 36 gr. pl. gravées. 11 fr. 50 c.

Combustibles divers. — Chaudières et accessoires. — Régulateurs. — Alimentation. — Pompes. — Prises d'eau. — Tiroirs. — Fumivores. — Machines à 2 et 3 cylindres. — Machines pour embarcations. — Détails et accessoires divers. — Propulseurs.

MINISTÈRE DE LA MARINE. — RAPPORTS DE LA COMMISSION A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE. In-8, accompagné d'un atlas in-folio de 80 planches, représentant l'ensemble des machines et leurs détails. 20 fr.



PARIS, vice-amiral. — L'ART NAVAL, description des derniers perfectionnements et inventions maritimes. 1 très-fort vol. in-4, précédé de CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES sur l'état actuel de la marine, et suivi d'un RÉPERTOIRE ALPHABÉTIQUE de toutes les matières et d'une TABLE NUMÉRIQUE des figures, avec renvoi aux pages où elles sont traitées, et accompagné d'un bel atlas renfermant 59 pl. in-folio gravées, contenant plus de 1,500 figures. 30 fr.

Dans cette publication, *véritable encyclopédie maritime*, l'auteur introduit les découvertes et les procédés les plus nouveaux, en mettant son travail au niveau des dernières connaissances acquises. L'ouvrage est terminé par des **considérations générales** sur l'état actuel de la marine, qui ajoutent au livre un puissant intérêt. Viennent ensuite deux tables : ALPHABÉTIQUE de toutes les matières et noms d'auteurs, et NUMÉRIQUE de toutes les figures, avec renvois aux pages où elles sont traitées, et qui permettent au lecteur de trouver de suite et très-facilement tous les renseignements dont il a besoin

— CATÉCHISME DU MARIN ET DU MÉCANICIEN A VAPEUR, ou Traité des machines à vapeur marines, de leur montage, de leur conduite, de la réparation de leurs avaries ; 2e édition, augmentée de la manœuvre des navires à roues à aubes ou à hélice. In-8 gr. rais. av. de nombr. fig. dans le texte. 10 fr.

Paris. — Imprimerie Arnous de Rivière et Ce, rue Racine, 26.

INTRODUCTION

Les trois tables suivantes permettent de résoudre rapidement et avec une exactitude plus que suffisante, les principales questions qui se rapportent à la direction du navire. Ainsi elles donnent la correction Pagel, l'azimut d'un astre correspondant à une heure quelconque du bord, et l'angle de route pour la navigation à l'arc de grand cercle; elles servent aussi à calculer l'heure du lever ou du coucher du soleil, la hauteur d'un astre à un moment donné, et elles permettent de reconnaître si une étoile observée est bien celle que l'on a présumée. Enfin dans la méthode du point *par les hauteurs estimées* (*), elles abrégent le calcul en donnant directement l'azimut. Des règles relatives à chaque problème ne laissent aucune indécision sur le signe à donner au résultat et font éviter ainsi toute chance d'erreur; ces règles sont inscrites en tête de chacune des trois tables pour les problèmes les plus usuels : calculer l'azimut, l'angle de route au grand cercle, et reconnaître une étoile observée.

Les nombres des deux premières tables sont calculés au *demi-centième* près, ce qui permet d'avoir la correction Pagel à moins d'un centième. La table III donne les azimuts et angles de route exprimés en degrés et dixièmes de degré; ces éléments s'obtiennent toujours au *demi-degré* près, et dans la plupart des cas on peut compter sur une approximation du tiers ou du quart de degré. Lorsque les données du problème sont comprises entre deux arguments consécutifs des tables, les nombres sont généralement assez rapprochés pour que l'interpola-

---

(*) Méthode présentée par M. le capitaine de frégate Marcq Saint-Hilaire, dans les *Revues maritimes* d'août et de septembre 1875.

tion puisse se faire à vue, en supposant la variation des différences proportionnelle à celle des arguments.

Les tables I et II, s'étendant de 0° à 70°, peuvent servir pour tous les astres dont la déclinaison ne dépasse pas 70°; elles s'appliquent donc sans exception à toutes les étoiles de première ou de deuxième grandeur qu'on observe habituellement. Elles peuvent de même s'employer pour les points du globe dont la latitude est inférieure à 70°, et dans tous les cas où la différence en longitude et l'angle au pôle sont plus grands que 5° (ou $0^h 20^m$) et plus petits que 175° (ou $11^h 40^m$). Quant à la table III, elle donne les azimuts et angles de route depuis 90° jusqu'à 6° ou 16° du méridien suivant la position du navire, pour tous les lieux dont la latitude ne dépasse pas 70° : ce qui est une limite bien suffisante pour la navigation.

Ces tables m'ont constamment servi pendant une campagne de plus de deux ans, et elles ont toujours fourni des résultats satisfaisants. Leur simplicité en rend l'usage rapide et commode au bout de très-peu de temps, et leur généralité présente l'avantage de compléter les tables déjà employées dans la marine.

TABLE I

La table I donne les valeurs numériques des expressions de la forme

$$p' = \frac{\operatorname{tg} D}{\sin P}.$$

Elle a donc deux arguments : l'*angle au pôle* (ou la *différence en longitude* suivant le cas), et la *déclinaison* de l'astre (ou la *latitude d'arrivée*). La déclinaison varie de degré en degré, de 0° à 70°, et se prend dans la première colonne à gauche de chaque page. L'angle au pôle est exprimé soit en heures, soit en degrés ; il se prend dans la ligne horizontale supérieure de 5° à 90° (soit de $0^h 20^m$ à 6^h), et dans la ligne horizontale inférieure de 90° à 175° (soit de 6^h à $11^h\ 40^m$). Le nombre obtenu en faisant cadrer les deux arguments est la valeur de p'.

PROBLÈME D'AZIMUT.

TABLE I.

	Astre à l'E.	Astre à l'O.
L et D de même nom.	—	+
L et D de noms contraires.	+	—

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	0^h20^m 5°	0^h24^m 6°	0^h28^m 7°	0^h32^m 8°	0^h36^m 9°	0^h40^m 10°	0^h44^m 11°	0^h48^m 12°	0^h52^m 13°	0^h56^m 14°	1^h00^m 15°	1^h04^m 16°	1^h08^m 17°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,20	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
2°	0,40	0,33	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,13	0,12
3°	0,60	0,50	0,43	0,38	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18
4°	0,80	0,67	0,57	0,50	0,45	0,40	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24
5°	1,00	0,84	0,72	0,63	0,56	0,50	0,46	0,42	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30
6°	1,21	1,01	0,86	0,76	0,67	0,61	0,55	0,51	0,47	0,43	0,41	0,38	0,36
7°	1,41	1,17	1,01	0,88	0,78	0,71	0,64	0,59	0,55	0,51	0,47	0,45	0,42
8°	1,61	1,34	1,15	1,01	0,90	0,81	0,74	0,68	0,62	0,58	0,54	0,51	0,48
9°	1,82	1,52	1,30	1,14	1,01	0,91	0,83	0,76	0,70	0,65	0,61	0,57	0,54
10°	2,02	1,69	1,45	1,27	1,13	1,02	0,92	0,85	0,78	0,73	0,68	0,64	0,60
11°	2,23	1,86	1,60	1,40	1,24	1,12	1,02	0,94	0,86	0,80	0,75	0,71	0,66
12°	2,44	2,03	1,74	1,53	1,36	1,22	1,11	1,02	0,95	0,88	0,82	0,77	0,73
13°	2,65	2,21	1,89	1,66	1,48	1,33	1,21	1,11	1,03	0,95	0,89	0,84	0,79
14°	2,86	2,39	2,05	1,79	1,59	1,44	1,31	1,20	1,11	1,03	0,96	0,90	0,85
15°	3,07	2,56	2,20	1,93	1,71	1,54	1,40	1,29	1,19	1,10	1,03	0,97	0,92
16°	3,29	2,74	2,35	2,06	1,83	1,65	1,50	1,38	1,27	1,19	1,11	1,04	0,98
17°	3,51	2,92	2,51	2,20	1,95	1,76	1,60	1,47	1,36	1,26	1,18	1,11	1,05
18°	3,73	3,11	2,67	2,33	2,08	1,87	1,70	1,56	1,44	1,34	1,26	1,18	1,11
19°	3,95	3,29	2,83	2,47	2,20	1,98	1,81	1,66	1,53	1,42	1,33	1,25	1,18
20°	4,17	3,48	2,99	2,62	2,33	2,10	1,91	1,75	1,62	1,50	1,41	1,32	1,24
21°	4,40	3,67	3,15	2,76	2,45	2,21	2,01	1,85	1,71	1,59	1,48	1,39	1,31
22°	4,64	3,87	3,32	2,90	2,58	2,33	2,12	1,94	1,80	1,67	1,56	1,47	1,38
23°	4,87	4,06	3,48	3,05	2,71	2,44	2,22	2,04	1,89	1,75	1,64	1,54	1,45
24°	5,11	4,26	3,65	3,20	2,85	2,56	2,33	2,14	1,98	1,84	1,72	1,61	1,52
25°	5,35	4,46	3,83	3,35	2,98	2,69	2,44	2,24	2,07	1,93	1,80	1,69	1,59
26°	5,60	4,67	4,00	3,50	3,12	2,81	2,56	2,35	2,17	2,02	1,88	1,77	1,67
27°	5,85	4,87	4,18	3,66	3,26	2,93	2,67	2,45	2,27	2,11	1,97	1,85	1,74
28°	6,10	5,08	4,36	3,82	3,40	3,06	2,79	2,56	2,36	2,20	2,05	1,93	1,82
29°	6,36	5,30	4,55	3,98	3,54	3,19	2,91	2,67	2,46	2,29	2,14	2,01	1,90
30°	6,62	5,52	4,74	4,15	3,69	3,32	3,03	2,78	2,57	2,39	2,23	2,09	1,97
31°	6,89	5,75	4,93	4,32	3,84	3,46	3,15	2,89	2,67	2,48	2,32	2,18	2,06
32°	7,17	5,98	5,13	4,49	3,99	3,60	3,27	3,01	2,78	2,58	2,41	2,27	2,14
33°	7,45	6,21	5,33	4,67	4,15	3,74	3,40	3,12	2,89	2,68	2,51	2,36	2,22
34°	7,74	6,45	5,54	4,85	4,31	3,88	3,53	3,24	3,00	2,79	2,61	2,45	2,31
35°	8,03	6,70	5,75	5,03	4,48	4,03	3,67	3,37	3,11	2,89	2,71	2,54	2,39
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	175° 11^h40^m	174° 11^h36^m	173° 11^h32^m	172° 11^h28^m	171° 11^h24^m	170° 11^h20^m	169° 11^h16^m	168° 11^h12^m	167° 11^h08^m	166° 11^h04^m	165° 11^h00^m	164° 10^h56^m	163° 10^h52^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE. POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Latitudes de même nom +
Latitudes de noms contraires —

Le terme de la table I
a toujours le signe +

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	1^h12^m 18°	1^h16^m 19°	1^h20^m 20°	1^h24^m 21°	1^h28^m 22°	1^h32^m 23°	1^h36^m 24°	1^h40^m 25°	1^h44^m 26°	1^h48^m 27°	1^h52^m 28°	1^h56^m 29°	2^h00^m 30°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2°	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
3°	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10
4°	0,23	0,22	0,20	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
5°	0,28	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17
6°	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21
7°	0,40	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25
8°	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28
9°	0,51	0,49	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32
10°	0,57	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45	0,43	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35
11°	0,63	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39
12°	0,69	0,65	0,62	0,59	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43
13°	0,75	0,71	0,68	0,64	0,62	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,48	0,46
14°	0,81	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50
15°	0,87	0,82	0,78	0,75	0,72	0,69	0,66	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,54
16°	0,93	0,88	0,84	0,80	0,77	0,73	0,70	0,68	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57
17°	0,99	0,94	0,89	0,85	0,82	0,78	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,63	0,61
18°	1,05	1,00	0,95	0,91	0,87	0,83	0,80	0,77	0,74	0,72	0,69	0,67	0,65
19°	1,11	1,06	1,01	0,96	0,92	0,88	0,85	0,81	0,79	0,76	0,73	0,71	0,69
20°	1,18	1,12	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73
21°	1,24	1,18	1,12	1,07	1,02	0,98	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,77
22°	1,31	1,24	1,18	1,13	1,08	1,03	0,99	0,96	0,92	0,89	0,86	0,83	0,81
23°	1,37	1,30	1,24	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00	0,97	0,93	0,90	0,88	0,85
24°	1,44	1,37	1,30	1,24	1,19	1,14	1,09	1,05	1,02	0,98	0,95	0,92	0,89
25°	1,51	1,43	1,36	1,30	1,24	1,19	1,15	1,10	1,06	1,03	0,99	0,96	0,93
26°	1,58	1,50	1,43	1,36	1,30	1,25	1,20	1,15	1,11	1,07	1,04	1,01	0,98
27°	1,65	1,57	1,49	1,42	1,36	1,30	1,25	1,21	1,16	1,12	1,09	1,05	1,02
28°	1,72	1,63	1,55	1,48	1,42	1,36	1,31	1,26	1,21	1,17	1,13	1,10	1,06
29°	1,79	1,70	1,62	1,55	1,48	1,42	1,36	1,31	1,26	1,22	1,18	1,14	1,11
30°	1,87	1,77	1,69	1,61	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,27	1,23	1,19	1,15
31°	1,94	1,85	1,76	1,68	1,60	1,54	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,24	1,20
32°	2,02	1,92	1,83	1,74	1,67	1,60	1,54	1,48	1,43	1,38	1,33	1,29	1,25
33°	2,10	1,99	1,90	1,81	1,73	1,66	1,60	1,54	1,48	1,43	1,38	1,34	1,30
34°	2,18	2,07	1,97	1,88	1,80	1,73	1,66	1,60	1,54	1,49	1,44	1,39	1,35
35°	2,27	2,15	2,05	1,95	1,87	1,79	1,72	1,66	1,60	1,54	1,49	1,44	1,40
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	162° 10^h48^m	161° 10^h44^m	160° 10^h40^m	159° 10^h36^m	158° 10^h32^m	157° 10^h28^m	156° 10^h24^m	155° 10^h20^m	154° 10^h16^m	153° 10^h12^m	152° 10^h08^m	151° 10^h04^m	150° 10^h00^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

TABLE I.

	Astre à l'E.	Astre à l'O.
L et D de même nom.	—	+
L et D de noms contraires.	+	—

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	2h00m 30°	2h04m 31°	2h08m 32°	2h12m 33°	2h16m 34°	2h20m 35°	2h24m 36°	2h28m 37°	2h32m 38°	2h36m 39°	2h40m 40°	2h48m 42°	2h56m 44°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2°	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
3°	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
4°	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
5°	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
6°	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15
7°	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18
8°	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20
9°	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23
10°	0,35	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
11°	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28
12°	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31
13°	0,46	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,35	0,33
14°	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,42	0,41	0,41	0,40	0,39	0,37	0,36
15°	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,40	0,39
16°	0,57	0,56	0,54	0,53	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,43	0,41
17°	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,46	0,44
18°	0,65	0,63	0,61	0,60	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,49	0,47
19°	0,69	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55	0,54	0,51	0,50
20°	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57	0,54	0,52
21°	0,77	0,75	0,72	0,70	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62	0,61	0,60	0,57	0,55
22°	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,60	0,58
23°	0,85	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61
24°	0,89	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,64
25°	0,93	0,91	0,88	0,86	0,83	0,81	0,79	0,77	0,76	0,74	0,73	0,70	0,67
26°	0,98	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,76	0,73	0,70
27°	1,02	0,99	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,73
28°	1,06	1,03	1,00	0,98	0,95	0,93	0,91	0,88	0,86	0,84	0,83	0,79	0,76
29°	1,11	1,08	1,05	1,02	0,99	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,83	0,80
30°	1,15	1,12	1,09	1,06	1,03	1,01	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,86	0,83
31°	1,20	1,17	1,13	1,10	1,07	1,05	1,02	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,87
32°	1,25	1,21	1,18	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,01	0,99	0,97	0,93	0,90
33°	1,30	1,26	1,23	1,19	1,16	1,13	1,10	1,08	1,05	1,03	1,01	0,97	0,93
34°	1,35	1,31	1,27	1,24	1,20	1,18	1,15	1,12	1,10	1,07	1,05	1,01	0,97
35°	1,40	1,36	1,32	1,29	1,25	1,22	1,19	1,16	1,14	1,11	1,09	1,05	1,01
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	150° 10h00m	149° 9h56m	148° 9h52m	147° 9h48m	146° 9h44m	145° 9h40m	144° 9h36m	143° 9h32m	142° 9h28m	141° 9h24m	140° 9h20m	138° 9h12m	136° 9h04m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE. POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Latitudes de même nom +

Latitudes de noms contraires —

Le terme de la table I a toujours le signe +

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													
	3^h04^m 46°	3^h12^m 48°	3^h20^m 50°	3^h28^m 52°	3^h36^m 54°	3^h48^m 57°	4^h00^m 60°	4^h12^m 63°	4^h28^m 67°	4^h44^m 71°	5^h00^m 75°	5^h20^m 80°	5^h40^m 85°	6^h00^m 90°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2°	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
3°	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
4°	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
5°	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
6°	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
7°	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
8°	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
9°	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16
10°	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18
11°	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,19
12°	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21
13°	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23
14°	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25
15°	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
16°	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29
17°	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31
18°	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,32
19°	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34
20°	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,43	0,42	0,41	0,40	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36
21°	0,53	0,52	0,50	0,49	0,47	0,46	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38
22°	0,56	0,54	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41	0,41	0,40
23°	0,59	0,57	0,55	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42
24°	0,62	0,60	0,58	0,56	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,45	0,45
25°	0,65	0,63	0,61	0,59	0,58	0,56	0,54	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,47	0,47
26°	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,55	0,53	0,52	0,50	0,50	0,49	0,49
27°	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51
28°	0,74	0,72	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61	0,60	0,58	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53
29°	0,77	0,75	0,72	0,70	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60	0,59	0,57	0,56	0,56	0,55
30°	0,80	0,78	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58	0,58
31°	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62	0,61	0,60	0,60
32°	0,87	0,84	0,82	0,79	0,77	0,75	0,72	0,70	0,68	0,66	0,65	0,63	0,63	0,62
33°	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,65	0,65
34°	0,94	0,91	0,88	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,73	0,71	0,70	0,68	0,68	0,67
35°	0,97	0,94	0,91	0,89	0,87	0,83	0,81	0,79	0,76	0,74	0,72	0,71	0,70	0,70
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	134° 8^h56^m	132° 8^h48^m	130° 8^h40^m	128° 8^h32^m	126° 8^h24^m	123° 8^h12^m	120° 8^h00^m	117° 7^h48^m	113° 7^h32^m	109° 7^h16^m	105° 7^h00^m	100° 6^h40^m	95° 6^h20^m	90° 6^h00^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													

PROBLÈME D'AZIMUT.

TABLE I.

	Astre à l'E.	Astre à l'O.
L et D de même nom.	—	+
L et D de noms contraires.	+	—

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	0h20m 5°	0h24m 6°	0h28m 7°	0h32m 8°	0h36m 9°	0h40m 10°	0h44m 11°	0h48m 12°	0h52m 13°	0h56m 14°	1h00m 15°	1h04m 16°	1h08m 17°
35°	8′,03	6′,70	5′,75	5′,03	4′,48	4′,03	3′,67	3′,37	3′,11	2′,89	2′,71	2′,54	2′,39
36°	8,34	6,95	5,96	5,22	4,65	4,18	3,81	3,49	3,23	3,00	2,81	2,64	2,48
37°	8,65	7,21	6,18	5,41	4,82	4,34	3,95	3,62	3,35	3,11	2,91	2,73	2,58
38°	8,96	7,47	6,41	5,61	5,00	4,50	4,09	3,76	3,47	3,23	3,02	2,83	2,67
39°	9,29	7,75	6,65	5,81	5,18	4,66	4,24	3,90	3,60	3,35	3,13	2,94	2,77
40°	9,63	8,03	6,89	6,03	5,36	4,83	4,40	4,04	3,73	3,47	3,24	3,04	2,87
41°	9,97	8,32	7,13	6,25	5,56	5,01	4,56	4,18	3,86	3,59	3,36	3,15	2,97
42°	»	8,61	7,39	6,47	5,76	5,19	4,72	4,33	4,00	3,72	3,48	3,27	3,08
43°	»	8,92	7,65	6,70	5,96	5,37	4,89	4,49	4,15	3,85	3,60	3,38	3,19
44°	»	9,24	7,92	6,94	6,17	5,56	5,06	4,64	4,29	3,99	3,73	3,50	3,30
45°	»	9,57	8,21	7,19	6,39	5,76	5,24	4,81	4,45	4,13	3,86	3,63	3,42
46°	»	9,91	8,50	7,44	6,62	5,96	5,43	4,98	4,60	4,28	4,00	3,76	3,54
47°	»	»	8,80	7,71	6,86	6,18	5,62	5,16	4,77	4,43	4,14	3,89	3,67
48°	»	»	9,11	7,98	7,10	6,40	5,82	5,34	4,94	4,59	4,29	4,03	3,80
49°	»	»	9,44	8,27	7,35	6,62	6,03	5,53	5,11	4,76	4,44	4,17	3,93
50°	»	»	9,78	8,56	7,62	6,86	6,25	5,73	5,30	4,93	4,60	4,32	4,08
51°	»	»	»	8,87	7,89	7,11	6,47	5,94	5,49	5,10	4,77	4,48	4,22
52°	»	»	»	9,20	8,18	7,37	6,71	6,16	5,69	5,29	4,95	4,64	4,38
53°	»	»	»	9,54	8,48	7,64	6,95	6,38	5,90	5,49	5,13	4,81	4,54
54°	»	»	»	9,89	8,80	7,93	7,21	6,62	6,12	5,69	5,32	4,99	4,71
55°	»	»	»	»	9,13	8,22	7,48	6,87	6,35	5,90	5,52	5,18	4,88
56°	»	»	»	»	9,48	8,54	7,77	7,13	6,59	6,13	5,73	5,38	5,07
57°	»	»	»	»	9,84	8,87	8,07	7,41	6,85	6,37	5,95	5,59	5,27
58°	»	»	»	»	»	9,22	8,39	7,70	7,11	6,62	6,18	5,81	5,47
59°	»	»	»	»	»	9,58	8,72	8,00	7,40	6,88	6,43	6,04	5,69
60°	»	»	»	»	»	9,97	9,08	8,33	7,70	7,16	6,69	6,28	5,92
61°	»	»	»	»	»	»	9,45	8,68	8,02	7,46	6,97	6,54	6,17
62°	»	»	»	»	»	»	9,86	9,05	8,36	7,77	7,27	6,82	6,43
63°	»	»	»	»	»	»	»	9,44	8,72	8,11	7,58	7,12	6,71
64°	»	»	»	»	»	»	»	9,86	9,11	8,48	7,92	7,44	7,01
65°	»	»	»	»	»	»	»	»	9,53	8,87	8,29	7,78	7,33
66°	»	»	»	»	»	»	»	»	9,98	9,28	8,68	8,15	7,68
67°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,74	9,10	8,55	8,06
68°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,56	8,98	8,47
69°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,45	8,91
70°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,97	9,40
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	175° 11h40m	174° 11h36m	173° 11h32m	172° 11h28m	171° 11h24m	170° 11h20m	169° 11h16m	168° 11h12m	167° 11h08m	166° 11h04m	165° 11h00m	164° 10h56m	163° 10h52m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE. POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Latitudes de même nom + Le terme de la table I

Latitudes de noms contraires — a toujours le signe +

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	$1^{h}12^{m}$ 18°	$1^{h}16^{m}$ 19°	$1^{h}20^{m}$ 20°	$1^{h}24^{m}$ 21°	$1^{h}28^{m}$ 22°	$1^{h}32^{m}$ 23°	$1^{h}36^{m}$ 24°	$1^{h}40^{m}$ 25°	$1^{h}44^{m}$ 26°	$1^{h}48^{m}$ 27°	$1^{h}52^{m}$ 28°	$1^{h}56^{m}$ 29°	$2^{h}00^{m}$ 30°
35°	2',27	2',15	2',05	1',95	1',87	1',79	1',72	1',66	1',60	1',54	1',49	1',44	1',40
36°	2,35	2,23	2,12	2,03	1,94	1,86	1,79	1,72	1,66	1,60	1,55	1,50	1,45
37°	2,44	2,31	2,20	2,10	2,01	1,93	1,85	1,78	1,72	1,66	1,61	1,55	1,51
38°	2,53	2,40	2,28	2,18	2,09	2,00	1,92	1,85	1,78	1,72	1,66	1,61	1,56
39°	2,62	2,49	2,37	2,26	2,16	2,07	1,99	1,92	1,85	1,78	1,72	1,67	1,62
40°	2,72	2,58	2,45	2,34	2,24	2,15	2,06	1,99	1,91	1,85	1,79	1,73	1,68
41°	2,81	2,67	2,54	2,43	2,32	2,22	2,14	2,06	1,98	1,91	1,85	1,79	1,74
42°	2,91	2,77	2,63	2,51	2,40	2,30	2,21	2,13	2,05	1,98	1,92	1,86	1,80
43°	3,02	2,87	2,73	2,60	2,49	2,39	2,29	2,21	2,13	2,05	1,99	1,92	1,86
44°	3,13	2,97	2,82	2,69	2,58	2,47	2,37	2,29	2,20	2,13	2,06	1,99	1,93
45°	3,24	3,07	2,92	2,79	2,67	2,56	2,46	2,37	2,28	2,20	2,13	2,06	2,00
46°	3,35	3,18	3,03	2,89	2,76	2,65	2,55	2,45	2,36	2,28	2,21	2,14	2,07
47°	3,47	3,29	3,14	2,99	2,86	2,74	2,64	2,54	2,45	2,36	2,29	2,21	2,14
48°	3,59	3,41	3,25	3,10	2,96	2,84	2,73	2,63	2,53	2,45	2,37	2,29	2,22
49°	3,72	3,53	3,36	3,21	3,07	2,94	2,83	2,72	2,62	2,53	2,45	2,37	2,30
50°	3,86	3,66	3,48	3,33	3,18	3,05	2,93	2,82	2,72	2,62	2,54	2,46	2,38
51°	4,00	3,79	3,61	3,45	3,30	3,16	3,04	2,92	2,82	2,72	2,63	2,55	2,47
52°	4,14	3,93	3,74	3,57	3,42	3,28	3,15	3,03	2,92	2,82	2,73	2,64	2,56
53°	4,29	4,08	3,88	3,70	3,54	3,40	3,26	3,14	3,03	2,92	2,83	2,74	2,65
54°	4,45	4,23	4,02	3,84	3,67	3,52	3,38	3,26	3,14	3,03	2,93	2,84	2,75
55°	4,62	4,39	4,18	3,99	3,81	3,65	3,51	3,38	3,26	3,15	3,04	2,95	2,86
56°	4,80	4,55	4,34	4,14	3,96	3,79	3,65	3,51	3,38	3,27	3,16	3,06	2,97
57°	4,98	4,73	4,50	4,30	4,11	3,94	3,79	3,64	3,51	3,39	3,28	3,18	3,08
58°	5,18	4,92	4,68	4,47	4,27	4,10	3,93	3,79	3,65	3,53	3,41	3,30	3,20
59°	5,39	5,11	4,87	4,64	4,44	4,26	4,09	3,94	3,80	3,67	3,55	3,43	3,33
60°	5,60	5,32	5,06	4,83	4,62	4,43	4,26	4,10	3,95	3,82	3,69	3,57	3,46
61°	5,84	5,54	5,27	5,03	4,82	4,62	4,44	4,27	4,12	3,97	3,84	3,72	3,61
62°	6,09	5,78	5,50	5,25	5,02	4,81	4,63	4,45	4,29	4,14	4,01	3,88	3,76
63°	6,35	6,03	5,74	5,48	5,24	5,02	4,83	4,64	4,48	4,32	4,18	4,05	3,93
64°	6,63	6,30	5,99	5,72	5,47	5,25	5,04	4,85	4,68	4,52	4,37	4,23	4,10
65°	6,94	6,59	6,27	5,98	5,72	5,49	5,27	5,07	4,89	4,73	4,57	4,42	4,29
66°	7,27	6,90	6,57	6,27	6,00	5,75	5,52	5,31	5,12	4,95	4,78	4,63	4,49
67°	7,62	7,24	6,89	6,57	6,29	6,03	5,79	5,57	5,37	5,19	5,02	4,86	4,71
68°	8,01	7,60	7,24	6,91	6,61	6,33	6,09	5,86	5,65	5,45	5,27	5,10	4,95
69°	8,43	8,00	7,62	7,27	6,95	6,67	6,40	6,16	5,94	5,74	5,55	5,37	5,21
70°	8,89	8,44	8,03	7,67	7,33	7,03	6,75	6,50	6,27	6,05	5,85	5,67	5,49
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	162° $10^{h}48^{m}$	161° $10^{h}44^{m}$	160° $10^{h}40^{m}$	159° $10^{h}36^{m}$	158° $10^{h}32^{m}$	157° $10^{h}28^{m}$	156° $10^{h}24^{m}$	155° $10^{h}20^{m}$	154° $10^{h}16^{m}$	153° $10^{h}12^{m}$	152° $10^{h}08^{m}$	151° $10^{h}04^{m}$	150° $10^{h}00^{m}$
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

PROBLÈME D'AZIMUT.

TABLE I.

	Astre à l'E.	Astre à l'O.
L et D de même nom.	—	+
L et D de noms contraires.	+	—

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	2^h00^m 30°	2^h04^m 31°	2^h08^m 32°	2^h12^m 33°	2^h16^m 34°	2^h20^m 35°	2^h24^m 36°	2^h28^m 37°	2^h32^m 38°	2^h36^m 39°	2^h40^m 40°	2^h48^m 42°	2^h56^m 44°
35°	1',40	1',36	1',32	1',29	1',25	1',22	1',19	1',16	1',14	1',11	1',09	1',05	1',01
36°	1,45	1,41	1,37	1,33	1,30	1,27	1,23	1,21	1,18	1,15	1,13	1,09	1,05
37°	1,51	1,46	1,42	1,38	1,35	1,31	1,28	1,25	1,22	1,20	1,17	1,13	1,08
38°	1,56	1,52	1,47	1,43	1,40	1,36	1,33	1,30	1,27	1,24	1,22	1,17	1,12
39°	1,62	1,57	1,53	1,49	1,45	1,41	1,38	1,35	1,31	1,29	1,26	1,21	1,17
40°	1,68	1,63	1,58	1,54	1,50	1,46	1,43	1,39	1,36	1,33	1,31	1,25	1,21
41°	1,74	1,69	1,64	1,60	1,55	1,52	1,48	1,44	1,41	1,38	1,35	1,30	1,25
42°	1,80	1,75	1,70	1,65	1,61	1,57	1,53	1,50	1,46	1,43	1,40	1,35	1,30
43°	1,86	1,81	1,76	1,71	1,67	1,63	1,59	1,55	1,51	1,48	1,45	1,39	1,34
44°	1,93	1,87	1,82	1,77	1,73	1,68	1,64	1,60	1,57	1,53	1,50	1,44	1,39
45°	2,00	1,94	1,89	1,84	1,79	1,74	1,70	1,66	1,62	1,59	1,56	1,49	1,44
46°	2,07	2,01	1,95	1,90	1,85	1,81	1,76	1,72	1,68	1,65	1,61	1,55	1,49
47°	2,14	2,08	2,02	1,97	1,92	1,87	1,82	1,78	1,74	1,70	1,67	1,60	1,54
48°	2,22	2,16	2,10	2,04	1,99	1,94	1,89	1,85	1,80	1,76	1,73	1,66	1,60
49°	2,30	2,23	2,17	2,11	2,06	2,01	1,96	1,91	1,87	1,83	1,79	1,72	1,66
50°	2,38	2,31	2,25	2,19	2,13	2,08	2,03	1,98	1,94	1,89	1,85	1,78	1,72
51°	2,47	2,40	2,33	2,27	2,21	2,15	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,85	1,78
52°	2,56	2,49	2,42	2,35	2,29	2,23	2,18	2,13	2,08	2,03	1,99	1,91	1,84
53°	2,65	2,58	2,50	2,44	2,37	2,31	2,26	2,21	2,16	2,11	2,06	1,98	1,91
54°	2,75	2,67	2,60	2,53	2,46	2,40	2,34	2,29	2,24	2,19	2,14	2,06	1,98
55°	2,86	2,77	2,70	2,62	2,55	2,49	2,43	2,37	2,32	2,27	2,22	2,13	2,06
56°	2,97	2,88	2,80	2,72	2,65	2,58	2,52	2,46	2,41	2,36	2,31	2,22	2,13
57°	3,08	2,99	2,91	2,83	2,75	2,68	2,62	2,56	2,50	2,45	2,40	2,30	2,22
58°	3,20	3,11	3,02	2,94	2,86	2,79	2,72	2,66	2,60	2,54	2,49	2,39	2,30
59°	3,33	3,23	3,14	3,06	2,98	2,90	2,83	2,77	2,70	2,64	2,59	2,49	2,40
60°	3,46	3,36	3,27	3,18	3,10	3,02	2,95	2,88	2,81	2,75	2,69	2,59	2,49
61°	3,61	3,50	3,40	3,31	3,23	3,15	3,07	3,00	2,93	2,87	2,81	2,70	2,60
62°	3,76	3,65	3,55	3,45	3,36	3,28	3,20	3,13	3,05	2,99	2,93	2,81	2,71
63°	3,93	3,81	3,70	3,60	3,51	3,42	3,34	3,26	3,19	3,12	3,05	2,93	2,83
64°	4,10	3,98	3,87	3,76	3,67	3,57	3,49	3,41	3,33	3,26	3,19	3,06	2,95
65°	4,29	4,16	4,05	3,94	3,84	3,74	3,65	3,56	3,48	3,41	3,34	3,20	3,09
66°	4,49	4,36	4,24	4,13	4,02	3,92	3,82	3,73	3,65	3,57	3,49	3,36	3,23
67°	4,71	4,57	4,45	4,33	4,21	4,11	4,01	3,91	3,83	3,74	3,67	3,52	3,39
68°	4,95	4,81	4,67	4,55	4,43	4,32	4,21	4,11	4,02	3,93	3,85	3,70	3,56
69°	5,21	5,06	4,92	4,78	4,66	4,54	4,43	4,33	4,23	4,14	4,05	3,89	3,75
70°	5,49	5,33	5,18	5,04	4,91	4,79	4,67	4,57	4,46	4,37	4,27	4,11	3,96
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	150° 10^h00^m	149° 9^h56^m	148° 9^h52^m	147° 9^h48^m	146° 9^h44^m	145° 9^h40^m	144° 9^h36^m	143° 9^h32^m	142° 9^h28^m	141° 9^h24^m	140° 9^h20^m	138° 9^h12^m	136° 9^h04^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE.

Latitudes de même nom +

Latitudes de noms contraires —

POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Le terme de la table I

a toujours le signe +

DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													
	3^h04^m 46°	3^h12^m 48°	3^h20^m 50°	3^h28^m 52°	3^h36^m 54°	3^h48^m 57°	4^h00^m 60°	4^h12^m 63°	4^h28^m 67°	4^h44^m 71°	5^h00^m 75°	5^h20^m 80°	5^h40^m 85°	6^h00^m 90°
35°	0',97	0',94	0',91	0',89	0',87	0',83	0',81	0',79	0',76	0',74	0',72	0',71	0',70	0',70
36°	1,01	0,98	0,95	0,92	0,90	0,87	0,84	0,82	0,79	0,77	0,75	0,74	0,73	0,73
37°	1,05	1,01	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,78	0,77	0,76	0,75
38°	1,09	1,05	1,02	0,99	0,97	0,93	0,90	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,78
39°	1,13	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,86	0,84	0,82	0,81	0,81
40°	1,17	1,13	1,10	1,06	1,04	1,00	0,97	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84	0,84
41°	1,21	1,17	1,14	1,10	1,07	1,04	1,00	0,98	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,87
42°	1,25	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,90	0,90
43°	1,30	1,25	1,22	1,18	1,15	1,11	1,08	1,05	1,01	0,99	0,96	0,95	0,94	0,93
44°	1,34	1,30	1,26	1,23	1,19	1,15	1,11	1,08	1,05	1,02	1,00	0,98	0,97	0,97
45°	1,39	1,35	1,31	1,27	1,24	1,19	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,02	1,00	1,00
46°	1,44	1,39	1,35	1,31	1,28	1,23	1,20	1,16	1,12	1,10	1,07	1,05	1,04	1,04
47°	1,49	1,44	1,40	1,36	1,33	1,28	1,24	1,20	1,16	1,13	1,11	1,09	1,08	1,07
48°	1,54	1,49	1,45	1,41	1,37	1,32	1,28	1,25	1,21	1,17	1,15	1,13	1,11	1,11
49°	1,60	1,55	1,50	1,46	1,42	1,37	1,33	1,29	1,25	1,22	1,19	1,17	1,15	1,15
50°	1,66	1,60	1,56	1,51	1,47	1,42	1,38	1,34	1,29	1,26	1,23	1,21	1,20	1,19
51°	1,72	1,66	1,61	1,57	1,53	1,47	1,43	1,39	1,34	1,31	1,28	1,25	1,24	1,23
52°	1,78	1,72	1,67	1,62	1,58	1,53	1,48	1,44	1,39	1,35	1,33	1,30	1,28	1,28
53°	1,84	1,79	1,73	1,68	1,64	1,58	1,53	1,49	1,44	1,40	1,37	1,35	1,33	1,33
54°	1,91	1,85	1,80	1,75	1,70	1,64	1,59	1,54	1,50	1,45	1,42	1,40	1,38	1,38
55°	1,99	1,92	1,87	1,81	1,76	1,70	1,65	1,60	1,55	1,51	1,48	1,45	1,43	1,43
56°	2,06	2,00	1,94	1,88	1,83	1,77	1,71	1,66	1,61	1,57	1,54	1,51	1,49	1,48
57°	2,14	2,07	2,01	1,95	1,90	1,84	1,78	1,73	1,67	1,63	1,60	1,56	1,55	1,54
58°	2,22	2,15	2,09	2,03	1,98	1,91	1,85	1,80	1,74	1,69	1,66	1,62	1,61	1,60
59°	2,31	2,24	2,17	2,11	2,06	1,98	1,92	1,87	1,81	1,76	1,72	1,69	1,67	1,66
60°	2,41	2,33	2,26	2,20	2,14	2,06	2,00	1,94	1,88	1,83	1,79	1,76	1,74	1,73
61°	2,51	2,43	2,36	2,29	2,23	2,15	2,08	2,02	1,96	1,91	1,87	1,83	1,81	1,80
62°	2,61	2,53	2,46	2,39	2,32	2,24	2,17	2,11	2,04	1,99	1,95	1,91	1,89	1,88
63°	2,73	2,64	2,56	2,49	2,43	2,34	2,27	2,20	2,13	2,08	2,03	1,99	1,97	1,96
64°	2,85	2,76	2,68	2,60	2,53	2,44	2,37	2,30	2,23	2,17	2,12	2,08	2,06	2,05
65°	2,98	2,89	2,80	2,72	2,65	2,56	2,48	2,41	2,33	2,27	2,22	2,18	2,15	2,14
66°	3,12	3,02	2,93	2,85	2,78	2,68	2,59	2,52	2,44	2,38	2,33	2,28	2,25	2,25
67°	3,28	3,17	3,08	2,99	2,91	2,81	2,72	2,64	2,56	2,49	2,44	2,39	2,36	2,36
68°	3,44	3,33	3,23	3,14	3,06	2,95	2,86	2,78	2,69	2,62	2,56	2,51	2,48	2,48
69°	3,62	3,51	3,40	3,31	3,22	3,11	3,01	2,92	2,83	2,76	2,70	2,65	2,62	2,61
70°	3,82	3,70	3,59	3,49	3,40	3,28	3,17	3,08	2,98	2,91	2,84	2,79	2,76	2,75
DÉCLINAISON de l'astre ou latitude d'arrivée.	134° 8^h56^m	132° 8^h48^m	130° 8^h40^m	128° 8^h32^m	126° 8^h24^m	123° 8^h12^m	120° 8^h00^m	117° 7^h48^m	113° 7^h32^m	109° 7^h16^m	105° 7^h00^m	100° 6^h40^m	95° 6^h20^m	90° 6^h00^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													

TABLE II

La table II donne les valeurs numériques des expressions de la forme

$$p'' = \frac{\text{tg L}}{\text{tg P}}.$$

Elle a donc deux arguments : l'*angle au pôle* (ou la *différence en longitude*), et la *latitude du navire* (ou la *latitude de départ*). La latitude varie de 0° à 70°, de degré en degré, et se prend dans la première colonne à gauche de chaque page. L'angle au pôle est exprimé soit en heures, soit en degrés ; il se prend dans la ligne horizontale supérieure de 5° à 90° (soit de $0^h 20^m$ à 6^h), et dans la dernière ligne horizontale de 90° à 175° (soit de 6^h à $11^h 40^m$). Le nombre obtenu en faisant cadrer les deux arguments est la valeur de p''.

PROBLÈME D'AZIMUT.

		Astre à l'E.	Astre à l'O.
Angle au pôle	$P < 6^h$	+	—
	$P > 6^h$	—	+

TABLE II.

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	0^h20^m 5°	0^h24^m 6°	0^h28^m 7°	0^h32^m 8°	0^h36^m 9°	0^h40^m 10°	0^h44^m 11°	0^h48^m 12°	0^h52^m 13°	0^h56^m 14°	1^h00^m 15°	1^h04^m 16°	1^h08^m 17°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
2°	0,40	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
3°	0,60	0,50	0,43	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17
4°	0,80	0,67	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23
5°	1,00	0,83	0,71	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29
6°	1,20	1,00	0,86	0,75	0,66	0,60	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,37	0,34
7°	1,40	1,17	1,00	0,87	0,78	0,70	0,63	0,58	0,53	0,49	0,46	0,43	0,40
8°	1,61	1,34	1,14	1,00	0,89	0,80	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,49	0,46
9°	1,81	1,51	1,29	1,13	1,00	0,90	0,81	0,75	0,69	0,64	0,59	0,55	0,52
10°	2,02	1,68	1,44	1,25	1,11	1,00	0,91	0,83	0,76	0,71	0,66	0,61	0,58
11°	2,22	1,85	1,58	1,38	1,23	1,10	1,00	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68	0,64
12°	2,43	2,02	1,73	1,51	1,34	1,21	1,09	1,00	0,92	0,85	0,79	0,74	0,70
13°	2,64	2,20	1,88	1,64	1,46	1,31	1,19	1,09	1,00	0,93	0,86	0,81	0,76
14°	2,85	2,37	2,03	1,77	1,57	1,41	1,28	1,17	1,08	1,00	0,93	0,87	0,82
15°	3,06	2,55	2,18	1,91	1,69	1,52	1,38	1,26	1,16	1,07	1,00	0,93	0,88
16°	3,28	2,73	2,34	2,04	1,81	1,63	1,48	1,35	1,24	1,15	1,07	1,00	0,94
17°	3,49	2,91	2,49	2,18	1,93	1,73	1,57	1,44	1,32	1,23	1,14	1,07	1,00
18°	3,71	3,09	2,65	2,31	2,05	1,84	1,67	1,53	1,41	1,30	1,21	1,13	1,06
19°	3,94	3,28	2,80	2,45	2,17	1,95	1,77	1,62	1,49	1,38	1,29	1,20	1,13
20°	4,16	3,46	2,96	2,59	2,30	2,06	1,87	1,71	1,58	1,46	1,36	1,27	1,19
21°	4,39	3,65	3,13	2,73	2,43	2,18	1,97	1,81	1,66	1,54	1,43	1,34	1,26
22°	4,62	3,84	3,29	2,87	2,55	2,29	2,08	1,90	1,75	1,62	1,51	1,41	1,32
23°	4,85	4,04	3,46	3,02	2,68	2,41	2,18	2,00	1,84	1,70	1,58	1,48	1,39
24°	5,09	4,24	3,63	3,17	2,81	2,52	2,29	2,09	1,93	1,79	1,66	1,55	1,46
25°	5,33	4,44	3,80	3,32	2,94	2,64	2,40	2,19	2,02	1,87	1,74	1,63	1,53
26°	5,57	4,64	3,97	3,47	3,08	2,77	2,51	2,29	2,11	1,96	1,82	1,70	1,60
27°	5,82	4,85	4,15	3,63	3,22	2,89	2,62	2,40	2,21	2,04	1,90	1,78	1,67
28°	6,08	5,06	4,33	3,78	3,36	3,02	2,74	2,50	2,30	2,13	1,98	1,85	1,74
29°	6,34	5,27	4,51	3,94	3,50	3,14	2,85	2,61	2,40	2,22	2,07	1,93	1,81
30°	6,60	5,49	4,70	4,11	3,65	3,27	2,97	2,72	2,50	2,32	2,15	2,01	1,89
31°	6,87	5,72	4,89	4,28	3,79	3,41	3,09	2,83	2,60	2,41	2,24	2,10	1,97
32°	7,14	5,95	5,09	4,45	3,94	3,54	3,21	2,94	2,71	2,51	2,33	2,18	2,04
33°	7,42	6,18	5,29	4,62	4,10	3,68	3,34	3,06	2,81	2,61	2,42	2,26	2,12
34°	7,71	6,42	5,49	4,80	4,26	3,83	3,47	3,17	2,92	2,71	2,52	2,35	2,21
35°	8,00	6,66	5,70	4,98	4,42	3,97	3,60	3,29	3,03	2,81	2,61	2,44	2,29
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	175° 11^h40^m	174° 11^h36^m	173° 11^h32^m	172° 11^h28^m	171° 11^h24^m	170° 11^h20^m	169° 11^h16^m	168° 11^h12^m	167° 11^h08^m	166° 11^h04^m	165° 11^h00^m	164° 10^h56^m	163° 10^h52^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE. POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Différence en longitude { de 0° à 90° — ; de 90° à 180° + }

Azimut compté du { pôle élevé — ; pôle abaissé + }

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	1^h12^m 18°	1^h16^m 19°	1^h20^m 20°	1^h24^m 21°	1^h28^m 22°	1^h32^m 23°	1^h36^m 24°	1^h40^m 25°	1^h44^m 26°	1^h48^m 27°	1^h52^m 28°	1^h56^m 29°	2^h00^m 30°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
2°	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
3°	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
4°	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12
5°	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15
6°	0,32	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18
7°	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21
8°	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24
9°	0,49	0,46	0,44	0,41	0,39	0,37	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,29	0,27
10°	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,31
11°	0,60	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,37	0,35	0,34
12°	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,37
13°	0,71	0,67	0,63	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42	0,40
14°	0,77	0,72	0,69	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43
15°	0,82	0,78	0,74	0,70	0,66	0,63	0,60	0,57	0,55	0,53	0,50	0,48	0,46
16°	0,88	0,83	0,79	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,59	0,56	0,54	0,52	0,50
17°	0,94	0,89	0,84	0,80	0,76	0,72	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57	0,55	0,53
18°	1,00	0,94	0,89	0,85	0,80	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,56
19°	1,06	1,00	0,95	0,90	0,85	0,81	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65	0,62	0,60
20°	1,12	1,06	1,00	0,95	0,90	0.86	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,66	0,63
21°	1,18	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66
22°	1,24	1,17	1,11	1,05	1,00	0,95	0,91	0,87	0,83	0,79	0,76	0,73	0,70
23°	1,31	1,23	1,17	1,11	1,05	1,00	0,95	0,91	0,87	0,83	0,80	0,77	0,74
24°	1,37	1,29	1,22	1,16	1,10	1,05	1,00	0,95	0,91	0,87	0,84	0,80	0,77
25°	1,44	1,35	1,28	1,21	1,15	1,10	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81
26°	1,50	1,42	1,34	1,27	1,21	1,15	1,10	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84
27°	1,57	1,48	1,40	1,33	1,26	1,20	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88
28°	1,64	1,54	1,46	1,39	1,32	1,25	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92
29°	1,71	1,61	1,52	1,44	1,37	1,31	1,24	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96
30°	1,78	1,68	1,59	1,50	1,43	1,36	1,30	1,24	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00
31°	1,85	1,74	1,65	1,57	1,49	1,42	1,35	1,29	1,23	1,18	1,13	1,08	1,04
32°	1,92	1,81	1,72	1,63	1,55	1,47	1,40	1,34	1,28	1,23	1,18	1,13	1,08
33°	2,00	1,89	1,78	1,69	1,61	1,53	1,46	1,39	1,33	1,27	1,22	1,17	1,12
34°	2,08	1,96	1,85	1,76	1,67	1,59	1,51	1,45	1,38	1,32	1,27	1,22	1,17
35°	2,16	2,03	1,92	1,82	1,73	1,65	1,57	1,50	1,44	1,37	1,32	1,26	1,21
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	162° 10^h48^m	161° 10^h44^m	160° 10^h40^m	159° 10^h36^m	158° 10^h32^m	157° 10^h28^m	156° 10^h24^m	155° 10^h20^m	154° 10^h16^m	153° 10^h12^m	152° 10^h08^m	151° 10^h04^m	150° 10^h00^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

PROBLÈME D'AZIMUT.

		Astre à l'E.	Astre à l'O.
Angle au pôle	P < 6h	+	—
	P > 6h	—	+

TABLE II.

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	2h00m 30°	2h04m 31°	2h08m 32°	2h12m 33°	2h16m 34°	2h20m 35°	2h24m 36°	2h28m 37°	2h32m 38°	2h36m 39°	2h40m 40°	2h48m 42°	2h56m 44°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2°	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
3°	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05
4°	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07
5°	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09
6°	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11
7°	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13
8°	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15
9°	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,16
10°	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18
11°	0,34	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,20
12°	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,22
13°	0,40	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,26	0,24
14°	0,43	0,41	0,40	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28	0,26
15°	0,46	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30	0,28
16°	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39	0,38	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30
17°	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,36	0,34	0,32
18°	0,56	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,45	0,43	0,42	0,40	0,39	0,36	0,34
19°	0,60	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46	0,44	0,43	0,41	0,38	0,36
20°	0,63	0,61	0,58	0,56	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,40	0,38
21°	0,66	0,64	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46	0,43	0,40
22°	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45	0,42
23°	0,74	0,71	0,68	0,65	0,63	0,61	0,58	0,56	0,54	0,52	0,51	0,47	0,44
24°	0,77	0,74	0,71	0,69	0,66	0,64	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,49	0,46
25°	0,81	0,78	0,75	0,72	0,69	0,67	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,52	0,48
26°	0,84	0,81	0,78	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,58	0,54	0,51
27°	0,88	0,85	0,82	0,78	0,76	0,73	0,70	0,68	0,65	0,63	0,61	0,57	0,53
28°	0,92	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,71	0,68	0,66	0,63	0,59	0,55
29°	0,96	0,92	0,89	0,85	0,82	0,79	0,76	0,74	0,71	0,68	0,66	0,62	0,57
30°	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,82	0,79	0,77	0,74	0,71	0,69	0,64	0,60
31°	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,74	0,72	0,67	0,62
32°	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,74	0,69	0,65
33°	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,72	0,67
34°	1,17	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,90	0,86	0,83	0,80	0,75	0,70
35°	1,21	1,17	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,90	0,86	0,83	0,78	0,73
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	150° 10h00m	149° 9h56m	148° 9h52m	147° 9h48m	146° 9h44m	145° 9h40m	144° 9h36m	143° 9h32m	142° 9h28m	141° 9h24m	140° 9h20m	138° 9h12m	136° 9h04m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

Différence en longitude { de 0° à 90° — ; de 90° à 180° + }

Azimut compté du { pôle élevé — ; pôle abaissé + }

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													
	3h04m 46°	3h12m 48°	3h20m 50°	3h28m 52°	3h36m 54°	3h48m 57°	4h00m 60°	4h12m 63°	4h28m 67°	4h44m 71°	5h00m 75°	5h20m 80°	5h40m 85°	6h00m 90°
0°	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00	0',00
1°	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2°	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
3°	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
4°	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
5°	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00
6°	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00
7°	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00
8°	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,02	0,01	0,00
9°	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	0,00
10°	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,00
11°	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	0,00
12°	0,20	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04	0,02	0,00
13°	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02	0,00
14°	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,00
15°	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,11	0,09	0,07	0,05	0,02	0,00
16°	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,12	0,10	0,08	0,05	0,03	0,00
17°	0,29	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,13	0,11	0,08	0,05	0,03	0,00
18°	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,21	0,19	0,17	0,14	0,11	0,09	0,06	0,03	0,00
19°	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06	0,03	0,00
20°	0,35	0,33	0,31	0,28	0,26	0,24	0,21	0,19	0,15	0,13	0,10	0,06	0,03	0,00
21°	0,37	0,35	0,32	0,30	0,28	0,25	0,22	0,20	0,16	0,13	0,10	0,07	0,03	0,00
22°	0,39	0,36	0,34	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17	0,14	0,11	0,07	0,04	0,00
23°	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,18	0,15	0,11	0,07	0,04	0,00
24°	0,43	0,40	0,37	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23	0,19	0,15	0,12	0,08	0,04	0,00
25°	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04	0,00
26°	0,47	0,44	0,41	0,38	0,35	0,32	0,28	0,25	0,21	0,17	0,13	0,09	0,04	0,00
27°	0,49	0,46	0,43	0,40	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,18	0,14	0,09	0,04	0,00
28°	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,35	0,31	0,27	0,23	0,18	0,14	0,09	0,05	0,00
29°	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,28	0,24	0,19	0,15	0,10	0,05	0,00
30°	0,56	0,52	0,48	0,45	0,42	0,37	0,33	0,29	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00
31°	0,58	0,54	0,50	0,47	0,44	0,39	0,35	0,31	0,26	0,21	0,16	0,11	0,05	0,00
32°	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,41	0,36	0,32	0,27	0,22	0,17	0,11	0,05	0,00
33°	0,63	0,58	0,54	0,51	0,47	0,42	0,37	0,33	0,28	0,22	0,17	0,11	0,06	0,00
34°	0,65	0,61	0,57	0,53	0,49	0,44	0,39	0,34	0,29	0,23	0,18	0,12	0,06	0,00
35°	0,68	0,63	0,59	0,55	0,51	0,45	0,40	0,36	0,30	0,24	0,19	0,12	0,06	0,00
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	134° 8h56m	132° 8h48m	130° 8h40m	128° 8h32m	126° 8h24m	123° 8h12m	120° 8h00m	117° 7h48m	113° 7h32m	109° 7h16m	105° 7h00m	100° 6h40m	95° 6h20m	90° 6h00m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													

PROBLÈME D'AZIMUT.

TABLE II.

Angle au pôle	Astre à l'E.	Astre à l'O.
P < 6^h	+	—
P > 6^h	—	+

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	0^h20^m 5°	0^h24^m 6°	0^h28^m 7°	0^h32^m 8°	0^h36^m 9°	0^h40^m 10°	0^h44^m 11°	0^h48^m 12°	0^h52^m 13°	0^h56^m 14°	1^h00^m 15°	1^h04^m 16°	1^h08^m 17°
35°	8′,00	6′,66	5′,70	4′,98	4′,42	3′,97	3′,60	3′,29	3′,03	2′,81	2′,61	2′,44	2′,29
36°	8,30	6,91	5,92	5,17	4,59	4,12	3,74	3,42	3,15	2,91	2,71	2,53	2,38
37°	8,61	7,17	6,14	5,36	4,76	4,27	3,88	3,55	3,26	3,02	2,81	2,63	2,47
38°	8,93	7,43	6,36	5,56	4,93	4,43	4,02	3,68	3,38	3,13	2,92	2,72	2,56
39°	9,26	7,70	6,59	5,76	5,11	4,59	4,17	3,81	3,51	3,25	3,02	2,82	2,65
40°	9,59	7,98	6,83	5,97	5,30	4,76	4,32	3,95	3,63	3,37	3,13	2,93	2,74
41°	9,94	8,27	7,08	6,19	5,49	4,93	4,47	4,09	3,77	3,49	3,24	3,03	2,84
42°	»	8,57	7,33	6,41	5,69	5,11	4,63	4,24	3,90	3,61	3,36	3,14	2,95
43°	»	8,88	7,59	6,64	5,89	5,29	4,80	4,39	4,04	3,74	3,48	3,25	3,05
44°	»	9,19	7,86	6,87	6,10	5,48	4,97	4,54	4,18	3,87	3,60	3,37	3,16
45°	»	9,51	8,14	7,12	6,31	5,67	5,15	4,70	4,33	4,01	3,73	3,49	3,27
46°	»	9,85	8,43	7,37	6,54	5,87	5,33	4,87	4,49	4,15	3,86	3,61	3,39
47°	»	»	8,73	7,63	6,77	6,08	5,52	5,05	4,65	4,30	4,00	3,74	3,51
48°	»	»	9,05	7,90	7,01	6,30	5,72	5,23	4,81	4,45	4,14	3,87	3,63
49°	»	»	9,37	8,19	7,26	6,52	5,92	5,41	4,98	4,61	4,29	4,01	3,76
50°	»	»	9,71	8,48	7,52	6,76	6,13	5,61	5,16	4,78	4,45	4,16	3,90
51°	»	»	»	8,79	7,80	7,00	6,35	5,81	5,35	4,95	4,61	4,31	4,04
52°	»	»	»	9,11	8,08	7,26	6,59	6,02	5,55	5,13	4,78	4,46	4,19
53°	»	»	»	9,44	8,38	7,53	6,83	6,24	5,75	5,32	4,95	4,63	4,34
54°	»	»	»	9,79	8,69	7,81	7,08	6,48	5,96	5,52	5,14	4,80	4,50
55°	»	»	»	»	9,02	8,10	7,35	6,72	6,19	5,73	5,33	4,98	4,67
56°	»	»	»	»	9,36	8,41	7,63	6,97	6,42	5,95	5,53	5,17	4,85
57°	»	»	»	»	9,72	8,73	7,92	7,24	6,67	6,18	5,75	5,37	5,04
58°	»	»	»	»	»	9,08	8,23	7,53	6,93	6,42	5,97	5,58	5,23
59°	»	»	»	»	»	9,44	8,56	7,83	7,21	6,68	6,21	5,80	5,44
60°	»	»	»	»	»	9,82	8,91	8,15	7,50	6,95	6,46	6,04	5,67
61°	»	»	»	»	»	»	9,28	8,49	7,81	7,24	6,73	6,29	5,90
62°	»	»	»	»	»	»	9,68	8,85	8,15	7,54	7,02	6,56	6,15
63°	»	»	»	»	»	»	»	9,23	8,50	7,87	7,32	6,84	6,42
64°	»	»	»	»	»	»	»	9,65	8,88	8,22	7,65	7,15	6,71
65°	»	»	»	»	»	»	»	»	9,29	8,60	8,00	7,48	7,02
66°	»	»	»	»	»	»	»	»	9,73	9,01	8,38	7,83	7,35
67°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,45	8,79	8,22	7,71
68°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,93	9,24	8,63	8,10
69°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,72	9,08	8,52
70°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9,58	8,99
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	175° 11^h40^m	174° 11^h36^m	173° 11^h32^m	172° 11^h28^m	171° 11^h24^m	170° 11^h20^m	169° 11^h16^m	168° 11^h12^m	167° 11^h08^m	166° 11^h04^m	165° 11^h00^m	164° 10^h56^m	163° 10^h52^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE. POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Différence en longitude { de 0° à 90° — ; de 90° à 180° + }

Azimut compté du { pôle élevé — ; pôle abaissé + }

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	1h12m 18°	1h16m 19°	1h20m 20°	1h24m 21°	1h28m 22°	1h32m 23°	1h36m 24°	1h40m 25°	1h44m 26°	1h48m 27°	1h52m 28°	1h56m 29°	2h00m 30°
35°	2′,16	2′,03	1′,92	1′,82	1′,73	1′,65	1′,57	1′,50	1′,44	1′,37	1′,32	1′,26	1′,21
36°	2,24	2,11	2,00	1,89	1,80	1,71	1,63	1,56	1,49	1,43	1,37	1,31	1,26
37°	2,32	2,19	2,07	1,96	1,87	1,78	1,69	1,62	1,54	1,48	1,42	1,36	1,31
38°	2,40	2,27	2,15	2,04	1,93	1,84	1,75	1,68	1,60	1,53	1,47	1,41	1,35
39°	2,49	2,35	2,23	2,11	2,00	1,91	1,82	1,74	1,66	1,59	1,52	1,46	1,40
40°	2,58	2,44	2,31	2,19	2,08	1,98	1,88	1,80	1,72	1,65	1,58	1,51	1,45
41°	2,68	2,52	2,39	2,26	2,15	2,05	1,95	1,86	1,78	1,71	1,63	1,57	1,51
42°	2,77	2,61	2,47	2,35	2,23	2,12	2,02	1,93	1,85	1,77	1,69	1,62	1,56
43°	2,87	2,71	2,56	2,43	2,31	2,20	2,09	2,00	1,91	1,83	1,75	1,68	1,62
44°	2,97	2,80	2,65	2,52	2,39	2,28	2,17	2,07	1,98	1,90	1,82	1,74	1,67
45°	3,08	2,90	2,75	2,61	2,48	2,36	2,25	2,14	2,05	1,96	1,88	1,80	1,73
46°	3,19	3,01	2,85	2,70	2,56	2,44	2,33	2,22	2,12	2,03	1,95	1,87	1,79
47°	3,30	3,11	2,95	2,79	2,65	2,53	2,41	2,30	2,20	2,10	2,02	1,93	1,86
48°	3,42	3,23	3,05	2,89	2,75	2,62	2,49	2,38	2,28	2,18	2,09	2,00	1,92
49°	3,54	3,34	3,16	3,00	2,85	2,71	2,58	2,47	2,36	2,26	2,16	2,08	1,99
50°	3,67	3,46	3,27	3,11	2,95	2,81	2,68	2,56	2,44	2,34	2,24	2,15	2,06
51°	3,80	3,59	3,39	3,22	3,06	2,91	2,77	2,65	2,53	2,42	2,32	2,23	2,14
52°	3,94	3,72	3,52	3,33	3,17	3,02	2,87	2,74	2,62	2,51	2,41	2,31	2,22
53°	4,08	3,85	3,65	3,46	3,28	3,13	2,98	2,85	2,72	2,60	2,50	2,39	2,30
54°	4,24	4,00	3,78	3,59	3,41	3,24	3,09	2,95	2,82	2,70	2,59	2,48	2,38
55°	4,40	4,15	3,92	3,72	3,53	3,36	3,21	3,06	2,93	2,80	2,69	2,58	2,47
56°	4,56	4,31	4,07	3,86	3,67	3,49	3,33	3,18	3,04	2,91	2,79	2,67	2,57
57°	4,74	4,47	4,23	4,01	3,81	3,63	3,46	3,30	3,16	3,02	2,90	2,78	2,67
58°	4,93	4,65	4,40	4,17	3,96	3,77	3,60	3,43	3,28	3,14	3,01	2,89	2,77
59°	5,12	4,83	4,57	4,34	4,12	3,92	3,74	3,57	3,41	3,27	3,13	3,00	2,88
60°	5,33	5,03	4,76	4,51	4,29	4,08	3,89	3,71	3,55	3,40	3,26	3,12	3,00
61°	5,55	5,24	4,96	4,70	4,47	4,25	4,05	3,87	3,70	3,54	3,39	3,25	3,12
62°	5,79	5,46	5,17	4,90	4,66	4,43	4,22	4,03	3,86	3,69	3,54	3,39	3,26
63°	6,04	5,70	5,39	5,11	4,86	4,62	4,41	4,21	4,02	3,85	3,69	3,54	3,40
64°	6,31	5,96	5,63	5,34	5,07	4,83	4,61	4,40	4,20	4,02	3,86	3,70	3,55
65°	6,60	6,23	5,89	5,59	5,31	5,05	4,82	4,60	4,40	4,21	4,03	3,87	3,71
66°	6,91	6,52	6,17	5,85	5,56	5,29	5,05	4,82	4,61	4,41	4,22	4,05	3,89
67°	7,25	6,84	6,47	6,14	5,83	5,55	5,29	5,05	4,83	4,62	4,43	4,25	4,08
68°	7,62	7,19	6,80	6,45	6,13	5,83	5,56	5,31	5,07	4,86	4,66	4,47	4,29
69°	8,02	7,57	7,16	6,79	6,45	6,14	5,85	5,59	5,34	5,11	4,90	4,70	4,51
70°	8,46	7,98	7,55	7,16	6,80	6,47	6,17	5,89	5,63	5,39	5,17	4,96	4,76
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	162° 10h48m	161° 10h44m	160° 10h40m	159° 10h36m	158° 10h32m	157° 10h28m	156° 10h24m	155° 10h20m	154° 10h16m	153° 10h12m	152° 10h08m	151° 10h04m	150° 10h00m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

PROBLÈME D'AZIMUT.

TABLE II.

Angle au pôle	Astre à l'E.	Astre à l'O.
P < 6^h	+	—
P > 6^h	—	+

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												
	2^h00^m 30°	2^h04^m 31°	2^h08^m 32°	2^h12^m 33°	2^h16^m 34°	2^h20^m 35°	2^h24^m 36°	2^h28^m 37°	2^h32^m 38°	2^h36^m 39°	2^h40^m 40°	2^h48^m 42°	2^h56^m 44°
35°	1',21	1',17	1',12	1',08	1',04	1',00	0',96	0',93	0',90	0',86	0',83	0',78	0',73
36°	1,26	1,21	1,16	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,90	0,87	0,81	0,75
37°	1,31	1,25	1,21	1,16	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,90	0,84	0,78
38°	1,35	1,30	1,25	1,20	1,16	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,93	0,87	0,81
39°	1,40	1,35	1,30	1,25	1,20	1,16	1,11	1,07	1,04	1,00	0,97	0,90	0,84
40°	1,45	1,40	1,34	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,07	1,04	1,00	0,93	0,87
41°	1,51	1,45	1,39	1,34	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,07	1,04	0,97	0,90
42°	1,56	1,50	1,44	1,39	1,33	1,29	1,24	1,19	1,15	1,11	1,07	1,00	0,93
43°	1,62	1,55	1,49	1,44	1,38	1,33	1,28	1,24	1,19	1,15	1,11	1,04	0,97
44°	1,67	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38	1,33	1,28	1,24	1,19	1,15	1,07	1,00
45°	1,73	1,66	1,60	1,54	1,48	1,43	1,38	1,33	1,28	1,23	1,19	1,11	1,04
46°	1,79	1,72	1,66	1,59	1,54	1,48	1,43	1,37	1,33	1,28	1,23	1,15	1,07
47°	1,86	1,78	1,72	1,65	1,59	1,53	1,48	1,42	1,37	1,32	1,28	1,19	1,11
48°	1,92	1,85	1,78	1,71	1,65	1,59	1,53	1,47	1,42	1,37	1,32	1,23	1,15
49°	1,99	1,91	1,84	1,77	1,71	1,64	1,58	1,53	1,47	1,42	1,37	1,28	1,19
50°	2,06	1,98	1,91	1,84	1,77	1,70	1,64	1,58	1,53	1,47	1,42	1,32	1,23
51°	2,14	2,06	1,98	1,90	1,83	1,76	1,70	1,64	1,58	1,52	1,47	1,37	1,28
52°	2,22	2,13	2,05	1,97	1,90	1,83	1,76	1,70	1,64	1,58	1,53	1,42	1,33
53°	2,30	2,21	2,12	2,04	1,97	1,90	1,83	1,76	1,70	1,64	1,58	1,47	1,37
54°	2,38	2,29	2,20	2,12	2,04	1,97	1,89	1,83	1,76	1,70	1,64	1,53	1,43
55°	2,47	2,38	2,29	2,20	2,12	2,04	1,97	1,90	1,83	1,76	1,70	1,59	1,48
56°	2,57	2,47	2,37	2,28	2,20	2,12	2,04	1,97	1,90	1,83	1,77	1,65	1,54
57°	2,67	2,56	2,46	2,37	2,28	2,20	2,12	2,04	1,97	1,90	1,84	1,71	1,59
58°	2,77	2,66	2,56	2,46	2,37	2,29	2,20	2,12	2,05	1,98	1,91	1,78	1,66
59°	2,88	2,77	2,66	2,56	2,47	2,38	2,29	2,21	2,13	2,06	1,98	1,85	1,72
60°	3,00	2,88	2,77	2,67	2,57	2,47	2,38	2,30	2,22	2,14	2,06	1,92	1,79
61°	3,12	3,00	2,89	2,78	2,67	2,58	2,48	2,40	2,31	2,23	2,15	2,00	1,87
62°	3,26	3,13	3,01	2,90	2,79	2,69	2,59	2,50	2,41	2,32	2,24	2,09	1,95
63°	3,40	3,27	3,14	3,02	2,91	2,80	2,70	2,61	2,51	2,42	2,34	2,18	2,03
64°	3,55	3,41	3,28	3,16	3,04	2,93	2,82	2,72	2,62	2,53	2,44	2,28	2,12
65°	3,71	3,57	3,43	3,30	3,18	3,06	2,95	2,85	2,74	2,65	2,56	2,38	2,22
66°	3,89	3,74	3,60	3,46	3,33	3,21	3,09	2,98	2,87	2,77	2,68	2,49	2,33
67°	4,08	3,92	3,77	3,63	3,49	3,36	3,24	3,13	3,02	2,91	2,81	2,62	2,44
68°	4,29	4,12	3,96	3,81	3,67	3,53	3,41	3,28	3,17	3,06	2,95	2,75	2,56
69°	4,51	4,34	4,17	4,01	3,86	3,72	3,59	3,46	3,33	3,22	3,10	2,89	2,70
70°	4,76	4,57	4,40	4,23	4,07	3,92	3,78	3,65	3,52	3,39	3,27	3,05	2,85
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	150° 10^h00^m	149° 9^h56^m	148° 9^h52^m	147° 9^h48^m	146° 9^h44^m	145° 9^h40^m	144° 9^h36^m	143° 9^h32^m	142° 9^h28^m	141° 9^h24^m	140° 9^h20^m	138° 9^h12^m	136° 9^h04^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.												

ARC DE GRAND CERCLE. POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE

Différence en longitude { de 0° à 90° — ; de 90° à 180° + }

Azimut compté du { pôle élevé — ; pôle abaissé + }

LATITUDE du navire ou latitude de départ.	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													
	3^h04^m 46°	3^h12^m 48°	3^h20^m 50°	3^h28^m 52°	3^h36^m 54°	3^h48^m 57°	4^h00^m 60°	4^h12^m 63°	4^h28^m 67°	4^h44^m 71°	5^h00^m 75°	5^h20^m 80°	5^h40^m 85°	6^h00^m 90°
35°	0′,68	0′,63	0′,59	0′,55	0′,51	0′,45	0′,40	0′,36	0′,30	0′,24	0′,19	0′,12	0′,06	0,00
36°	0,70	0,65	0,61	0,57	0,53	0,47	0,42	0,37	0,31	0,25	0,19	0,13	0,06	0,00
37°	0,73	0,68	0,63	0,59	0,55	0,49	0,44	0,38	0,32	0,26	0,20	0,13	0,07	0,00
38°	0,75	0,70	0,66	0,61	0,57	0,51	0,45	0,40	0,33	0,27	0,21	0,14	0,07	0,00
39°	0,78	0,73	0,68	0,63	0,59	0,53	0,47	0,41	0,34	0,28	0,22	0,14	0,07	0,00
40°	0,81	0,76	0,70	0,66	0,61	0,54	0,48	0,43	0,36	0,29	0,22	0,15	0,07	0,00
41°	0,84	0,78	0,73	0,68	0,63	0,56	0,50	0,44	0,37	0,30	0,23	0,15	0,08	0,00
42°	0,87	0,81	0,76	0,70	0,65	0,58	0,52	0,46	0,38	0,31	0,24	0,16	0,08	0,00
43°	0,90	0,84	0,78	0,73	0,68	0,61	0,54	0,48	0,40	0,32	0,25	0,16	0,08	0,00
44°	0,93	0,87	0,81	0,75	0,70	0,63	0,56	0,49	0,41	0,33	0,26	0,17	0,08	0,00
45°	0,97	0,90	0,84	0,78	0,73	0,65	0,58	0,51	0,42	0,34	0,27	0,18	0,09	0,00
46°	1,00	0,93	0,87	0,81	0,75	0,67	0,60	0,53	0,44	0,36	0,28	0,18	0,09	0,00
47°	1,04	0,97	0,90	0,84	0,78	0,70	0,62	0,55	0,46	0,37	0,29	0,19	0,09	0,00
48°	1,07	1,00	0,93	0,87	0,81	0,72	0,64	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20	0,10	0,00
49°	1,11	1,04	0,97	0,90	0,84	0,75	0,66	0,59	0,49	0,40	0,31	0,20	0,10	0,00
50°	1,15	1,07	1,00	0,93	0,87	0,77	0,69	0,61	0,51	0,41	0,32	0,21	0,10	0,00
51°	1,19	1,11	1,04	0,96	0,90	0,80	0,71	0,63	0,52	0,43	0,33	0,22	0,11	0,00
52°	1,24	1,15	1,07	1,00	0,93	0,83	0,74	0,65	0,54	0,44	0,34	0,23	0,11	0,00
53°	1,28	1,19	1,11	1,04	0,96	0,86	0,77	0,68	0,56	0,46	0,36	0,23	0,12	0,00
54°	1,33	1,24	1,15	1,08	1,00	0,89	0,79	0,70	0,58	0,47	0,37	0,24	0,12	0,00
55°	1,38	1,29	1,20	1,12	1,04	0,93	0,82	0,73	0,61	0,49	0,38	0,25	0,12	0,00
56°	1,43	1,33	1,24	1,16	1,08	0,96	0,86	0,76	0,63	0,51	0,40	0,26	0,13	0,00
57°	1,49	1,39	1,29	1,20	1,12	1,00	0,89	0,79	0,65	0,53	0,41	0,27	0,13	0,00
58°	1,55	1,44	1,34	1,25	1,16	1,04	0,92	0,82	0,68	0,55	0,43	0,28	0,14	0,00
59°	1,61	1,50	1,40	1,30	1,21	1,08	0,96	0,85	0,71	0,57	0,45	0,29	0,15	0,00
60°	1,67	1,56	1,45	1,35	1,26	1,12	1,00	0,88	0,74	0,60	0,46	0,31	0,15	0,00
61°	1,74	1,62	1,51	1,41	1,31	1,17	1,04	0,92	0,77	0,62	0,48	0,32	0,16	0,00
62°	1,82	1,69	1,58	1,47	1,37	1,22	1,09	0,96	0,80	0,65	0,50	0,33	0,16	0,00
63°	1,90	1,77	1,65	1,53	1,43	1,27	1,13	1,00	0,83	0,68	0,53	0,35	0,17	0,00
64°	1,98	1,85	1,72	1,60	1,49	1,33	1,18	1,04	0,87	0,71	0,55	0,36	0,18	0,00
65°	2,07	1,93	1,80	1,68	1,56	1,39	1,24	1,09	0,91	0,74	0,57	0,38	0,19	0,00
66°	2,17	2,02	1,88	1,75	1,63	1,46	1,30	1,14	0,95	0,77	0,60	0,40	0,20	0,00
67°	2,28	2,12	1,98	1,84	1,71	1,53	1,36	1,20	1,00	0,81	0,63	0,42	0,21	0,00
68°	2,39	2,23	2,08	1,93	1,80	1,61	1,43	1,26	1,05	0,85	0,66	0,44	0,22	0,00
69°	2,52	2,35	2,19	2,04	1,89	1,69	1,50	1,33	1,11	0,90	0,70	0,46	0,23	0,00
70°	2,65	2,47	2,31	2,15	2,00	1,78	1,59	1,40	1,17	0,95	0,74	0,48	0,24	0,00
LATITUDE du navire ou latitude de départ.	134° 8^h56^m	132° 8^h48^m	130° 8^h40^m	128° 8^h32^m	126° 8^h24^m	123° 8^h12^m	120° 8^h00^m	117° 7^h48^m	113° 7^h32^m	109° 7^h16^m	105° 7^h00^m	100° 6^h40^m	95° 6^h20^m	90° 6^h00^m
	ANGLE AU PÔLE OU DIFFÉRENCE EN LONGITUDE.													

TABLE III

La table III donne les valeurs numériques des expressions de la forme

$$\operatorname{cotg} Z = p \cos L.$$

Elle a deux arguments : le nombre p (*correction Pagel*), et la *latitude du navire* (ou la *latitude de départ*). Le nombre p varie depuis 0,00 jusqu'à 10,00 et se prend dans la première colonne à gauche de chaque page. La latitude varie de 0° à 70° et se trouve dans la première ligne horizontale de chaque page. En faisant cadrer ces deux arguments, on a l'angle Z exprimé en degrés et dixièmes de degré.

Cette table donne aussi les valeurs des expressions telles que

$$\operatorname{cotg} x = \operatorname{cotg} y \cos L,$$

dans laquelle l'argument p est remplacé par $\operatorname{cotg} y$. Au lieu d'entrer dans la colonne intitulée *correction Pagel*, il suffit de chercher l'angle y dans la deuxième colonne de gauche, qui porte en tête 0°; les angles inscrits dans cette colonne ont en effet pour cotangentes naturelles les nombres correspondants de la colonne *correction Pagel*.

TABLE III.

PROBLÈME D'AZIMUT.

		Astre à l'E.	Astre à l'O.
Si p a le signe +	l'azimut se compte du	*pôle abaissé*	*pôle élevé*
Si p a le signe —	l'azimut se compte du	*pôle élevé*	*pôle abaissé*

CORRECTION PAGEL.	LATITUDE DU NAVIRE OU LATITUDE DE DÉPART.									
	0°	10°	15°	20°	25°	30°	34°	38°	42°	45°
0',00	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0
0 ,01	89 ,4	89 ,5	89 ,5	89 ,5	89 ,5	89 ,5	89 ,5	89 ,5	89 ,6	89 ,6
0 ,02	88 ,9	88 ,9	88 ,9	88 ,9	89 ,0	89 ,0	89 ,0	89 ,1	89 ,1	89 ,2
0 ,03	88 ,3	88 ,3	88 ,3	88 ,4	88 ,4	88 ,5	88 ,6	88 ,6	88 ,7	88 ,8
0 ,04	87 ,7	87 ,7	87 ,8	87 ,8	87 ,9	88 ,0	88 ,1	88 ,2	88 ,3	88 ,4
0 ,05	87 ,1	87 ,2	87 ,2	87 ,3	87 ,4	87 ,5	87 ,6	87 ,7	87 ,9	88 ,0
0 ,06	86 ,6	86 ,6	86 ,7	86 ,8	86 ,9	87 ,0	87 ,2	87 ,3	87 ,4	87 ,6
0 ,07	86 ,0	86 ,1	86 ,1	86 ,2	86 ,4	86 ,5	86 ,7	86 ,8	87 ,0	87 ,2
0 ,08	85 ,4	85 ,5	85 ,6	85 ,7	85 ,9	86 ,0	86 ,2	86 ,4	86 ,6	86 ,8
0 ,09	84 ,8	84 ,9	85 ,0	85 ,2	85 ,3	85 ,5	85 ,7	85 ,9	86 ,2	86 ,4
0 ,10	84 ,3	84 ,4	84 ,5	84 ,6	84 ,8	85 ,0	85 ,3	85 ,5	85 ,8	86 ,0
0 ,12	83 ,2	83 ,3	83 ,4	83 ,6	83 ,8	84 ,1	84 ,3	84 ,6	84 ,9	85 ,1
0 ,14	82 ,0	82 ,1	82 ,3	82 ,5	82 ,8	83 ,1	83 ,4	83 ,7	84 ,1	84 ,3
0 ,16	80 ,9	81 ,0	81 ,2	81 ,4	81 ,7	82 ,1	82 ,4	82 ,8	83 ,2	83 ,5
0 ,18	79 ,8	80 ,0	80 ,1	80 ,4	80 ,7	81 ,1	81 ,5	81 ,9	82 ,4	82 ,7
0 ,20	78 ,7	78 ,9	79 ,1	79 ,4	79 ,7	80 ,2	80 ,6	81 ,0	81 ,5	81 ,9
0 ,22	77 ,6	77 ,8	78 ,0	78 ,3	78 ,7	79 ,2	79 ,7	80 ,2	80 ,7	81 ,2
0 ,24	76 ,5	76 ,7	76 ,9	77 ,3	77 ,7	78 ,3	78 ,7	79 ,3	79 ,9	80 ,4
0 ,26	75 ,4	75 ,6	75 ,9	76 ,3	76 ,7	77 ,3	77 ,8	78 ,4	79 ,0	79 ,5
0 ,28	74 ,4	74 ,6	74 ,9	75 ,3	75 ,8	76 ,4	76 ,9	77 ,6	78 ,2	78 ,8
0 ,30	73 ,3	73 ,5	73 ,8	74 ,3	74 ,8	75 ,4	76 ,0	76 ,7	77 ,4	78 ,0
0 ,32	72 ,3	72 ,5	72 ,8	73 ,3	73 ,8	74 ,5	75 ,1	75 ,8	76 ,6	77 ,2
0 ,34	71 ,2	71 ,5	71 ,8	72 ,3	72 ,9	73 ,6	74 ,3	75 ,0	75 ,8	76 ,4
0 ,36	70 ,2	70 ,5	70 ,8	71 ,3	71 ,9	72 ,7	73 ,4	74 ,2	75 ,0	75 ,7
0 ,38	69 ,2	69 ,5	69 ,8	70 ,3	71 ,0	71 ,8	72 ,5	73 ,3	74 ,2	75 ,0
0 ,40	68 ,2	68 ,5	68 ,9	69 ,4	70 ,1	70 ,9	71 ,7	72 ,5	73 ,4	74 ,2
0 ,42	67 ,2	67 ,5	67 ,9	68 ,5	69 ,2	70 ,0	70 ,8	71 ,7	72 ,7	73 ,5
0 ,44	66 ,3	66 ,6	67 ,0	67 ,5	68 ,3	69 ,1	70 ,0	70 ,9	71 ,9	72 ,7
0 ,46	65 ,3	65 ,6	66 ,0	66 ,6	67 ,4	68 ,3	69 ,1	70 ,1	71 ,1	72 ,0
0 ,48	64 ,4	64 ,7	65 ,1	65 ,7	66 ,5	67 ,4	68 ,3	69 ,3	70 ,4	71 ,3
0 ,50	63 ,4	63 ,8	64 ,2	64 ,8	65 ,6	66 ,6	67 ,5	68 ,5	69 ,6	70 ,5
0 ,53	62 ,1	62 ,4	62 ,9	63 ,5	64 ,3	65 ,3	66 ,3	67 ,3	68 ,5	69 ,5
0 ,56	60 ,8	61 ,1	61 ,6	62 ,2	63 ,1	64 ,1	65 ,1	66 ,2	67 ,4	68 ,4
0 ,59	59 ,5	59 ,8	60 ,3	61 ,0	61 ,9	62 ,9	63 ,9	65 ,1	66 ,3	67 ,4
0 ,62	58 ,2	58 ,6	59 ,1	59 ,8	60 ,7	61 ,8	62 ,8	64 ,0	65 ,3	66 ,3
0 ,65	57 ,0	57 ,4	57 ,9	58 ,6	59 ,5	60 ,6	61 ,7	62 ,9	64 ,2	65 ,3
0 ,68	55 ,8	56 ,2	56 ,7	57 ,4	58 ,3	59 ,5	60 ,6	61 ,8	63 ,2	64 ,3
0 ,71	54 ,6	55 ,0	55 ,6	56 ,3	57 ,2	58 ,4	59 ,5	60 ,8	62 ,2	63 ,3
0 ,74	53 ,5	53 ,9	54 ,4	55 ,2	56 ,2	57 ,3	58 ,5	59 ,8	61 ,2	62 ,4
0 ,77	52 ,4	52 ,8	53 ,4	54 ,1	55 ,1	56 ,3	57 ,4	58 ,8	60 ,2	61 ,4
0 ,80	51 ,3	51 ,8	52 ,3	53 ,1	54 ,1	55 ,3	56 ,4	57 ,8	59 ,3	60 ,5

ARC DE GRAND CERCLE.

L'angle de route se compte :

du *pôle de départ*, si p est +
du *pôle opposé*, si p est —

POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE.

La table donne :

l'*angle au pôle* P, si z est +
son *suppl*ᵗ (180° — P), si z est —

CORRECTION PAGEL.	LATITUDE DU NAVIRE OU LATITUDE DE DÉPART.									
	48°	51°	54°	57°	60°	62°	64°	66°	68°	70°
0',00	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0	90°,0
0,01	89,6	89,6	89,7	89,7	89,7	89,7	89,7	89,8	89,8	89,8
0,02	89,2	89,3	89,3	89,4	89,4	89,5	89,5	89,5	89,6	89,6
0,03	88,8	88,9	89,0	89,1	89,1	89,2	89,2	89,3	89,4	89,4
0,04	88,5	88,6	88,7	88,8	88,9	88,9	89,0	89,1	89,1	89,2
0,05	88,1	88,2	88,3	88,4	88,6	88,7	88,7	88,8	88,9	89,0
0,06	87,7	87,8	88,0	88,1	88,3	88,4	88,5	88,6	88,7	88,8
0,07	87,3	87,5	87,6	87,8	88,0	88,1	88,2	88,4	88,5	88,6
0,08	86,9	87,1	87,3	87,5	87,7	87,8	88,0	88,1	88,3	88,4
0,09	86,6	86,8	87,0	87,2	87,4	87,6	87,7	87,9	88,1	88,2
0,10	86,2	86,4	86,6	86,9	87,1	87,3	87,5	87,7	87,9	88,0
0,12	85,4	85,7	86,0	86,3	86,6	86,8	87,0	87,2	87,4	87,6
0,14	84,6	84,9	85,3	85,6	86,0	86,3	86,5	86,7	87,0	87,3
0,16	83,9	84,2	84,6	85,0	85,4	85,7	86,0	86,3	86,6	86,9
0,18	83,1	83,5	84,0	84,4	84,9	85,2	85,5	85,8	86,1	86,4
0,20	82,4	82,8	83,3	83,8	84,3	84,6	85,0	85,3	85,7	86,1
0,22	81,6	82,1	82,6	83,2	83,7	84,1	84,5	84,9	85,3	85,7
0,24	80,9	81,4	82,0	82,6	83,2	83,6	84,0	84,4	84,9	85,3
0,26	80,1	80,7	81,3	81,9	82,6	83,0	83,5	84,0	84,4	84,9
0,28	79,4	80,0	80,7	81,3	82,0	82,5	83,0	83,5	84,0	84,5
0,30	78,6	79,3	80,0	80,7	81,5	82,0	82,5	83,0	83,6	84,1
0,32	77,9	78,6	79,3	80,1	80,9	81,5	82,0	82,6	83,2	83,8
0,34	77,2	77,9	78,7	79,5	80,4	80,9	81,5	82,1	82,7	83,4
0,36	76,5	77,2	78,1	78,9	79,8	80,4	81,0	81,7	82,3	83,0
0,38	75,7	76,5	77,4	78,3	79,2	79,9	80,5	81,2	81,9	82,6
0,40	75,0	75,9	76,8	77,7	78,7	79,4	80,1	80,8	81,5	82,2
0,42	74,3	75,2	76,1	77,1	78,1	78,8	79,6	80,3	81,1	81,8
0,44	73,6	74,5	75,5	76,5	77,6	78,3	79,1	79,9	80,6	81,4
0,46	72,9	73,9	74,9	75,9	77,0	77,8	78,6	79,4	80,2	81,1
0,48	72,2	73,2	74,2	75,3	76,5	77,3	78,1	79,0	79,8	80,7
0,50	71,5	72,5	73,6	74,8	76,0	76,8	77,6	78,5	79,4	80,3
0,53	70,5	71,6	72,7	73,9	75,2	76,0	76,9	77,8	78,8	79,7
0,56	69,5	70,6	71,8	73,0	74,4	75,3	76,2	77,2	78,2	79,2
0,59	68,5	69,6	70,9	72,2	73,6	74,5	75,5	76,5	77,5	78,6
0,62	67,5	68,7	70,0	71,3	72,8	73,8	74,8	75,8	76,9	78,0
0,65	66,5	67,8	69,1	70,5	72,0	73,0	74,1	75,2	76,3	77,5
0,68	65,5	66,8	68,2	69,7	71,2	72,3	73,4	74,5	75,7	76,9
0,71	64,6	65,9	67,3	68,9	70,5	71,6	72,7	73,9	75,1	76,4
0,74	63,7	65,0	66,5	68,0	69,7	70,8	72,0	73,2	74,5	75,8
0,77	62,7	64,1	65,6	67,2	68,9	70,1	71,3	72,6	73,9	75,2
0,80	61,8	63,3	64,8	66,5	68,2	69,4	70,7	72,0	73,3	74,7

TABLE III.

PROBLÈME D'AZIMUT.

		Astre à l'E.	Astre à l'O.
Si p a le signe +	l'azimut se compte du	*pôle abaissé*	*pôle élevé*
Si p a le signe —		*pôle élevé*	*pôle abaissé*

CORRECTION PAGEL.	LATITUDE DU NAVIRE OU LATITUDE DE DÉPART.								
	0°	10°	15°	20°	25°	30°	34°	38°	42°	45°
0',80	51°,3	51°,8	52°,3	53°,1	54°,1	55°,3	56°,4	57°,8	59°,3	60°,5
0,84	50,0	50,4	50,9	51,7	52,7	54,0	55,1	56,5	58,0	59,3
0,88	48,7	49,1	49,6	50,4	51,4	52,7	53,9	55,3	56,8	58,1
0,92	47,4	47,8	48,4	49,2	50,2	51,5	52,7	54,1	55,6	57,0
0,96	46,2	46,6	47,2	48,0	49,0	50,3	51,5	52,9	54,5	55,8
1,00	45,0	45,4	46,0	46,8	47,8	49,1	50,3	51,8	53,4	54,7
1,05	43,6	44,0	44,6	45,4	46,4	47,8	49,0	50,4	52,0	53,4
1,10	42,3	42,7	43,3	44,1	45,1	46,5	47,6	49,1	50,7	52,2
1,15	41,0	41,4	42,0	42,8	43,8	45,2	46,4	47,8	49,5	50,9
1,20	39,8	40,2	40,8	41,6	42,6	43,9	45,2	46,6	48,3	49,7
1,25	38,7	39,1	39,6	40,4	41,4	42,7	44,0	45,4	47,1	48,5
1,30	37,6	38,0	38,5	39,3	40,3	41,6	42,9	44,3	46,0	47,4
1,35	36,5	37,0	37,5	38,1	39,3	40,4	41,8	43,2	44,9	46,3
1,40	35,5	36,0	36,5	37,2	38,2	39,5	40,7	42,2	43,9	45,3
1,45	34,6	35,0	35,5	36,2	37,3	38,4	39,8	41,2	42,9	44,3
1,50	33,7	34,1	34,6	35,4	36,3	37,6	38,8	40,2	41,9	43,3
1,60	32,0	32,4	32,9	33,6	34,6	35,8	37,0	38,4	40,1	41,5
1,70	30,5	30,9	31,4	32,1	33,0	34,2	35,4	36,8	38,4	39,8
1,80	29,1	29,4	29,9	30,6	31,5	32,7	33,8	35,2	36,8	38,2
1,90	27,8	28,2	28,6	29,3	30,1	31,3	32,4	33,7	35,3	36,7
2,00	26,6	26,9	27,4	28,0	28,9	30,0	31,1	32,4	33,9	35,3
2,10	25,5	25,8	26,2	26,9	27,7	28,9	29,9	31,2	32,7	34,0
2,20	24,4	24,8	25,2	25,8	26,6	27,7	28,7	30,0	31,5	32,7
2,30	23,5	23,8	24,2	24,8	25,6	26,8	27,7	28,9	30,4	31,6
2,40	22,6	22,9	23,3	23,9	24,7	25,7	26,7	27,9	29,3	30,5
2,60	21,0	21,3	21,7	22,3	23,0	23,9	24,9	26,0	27,4	28,5
2,80	19,7	19,9	20,3	20,8	21,5	22,4	23,3	24,4	25,7	26,8
3,00	18,4	18,7	19,0	19,5	20,2	21,0	21,9	22,9	24,2	25,2
3,25	17,1	17,3	17,7	18,1	18,7	19,6	20,4	21,3	22,5	23,5
3,50	15,9	16,2	16,5	16,9	17,5	18,3	19,0	19,9	21,0	22,0
3,75	14,9	15,2	15,4	15,8	16,4	17,2	17,8	18,7	19,8	20,7
4,00	14,0	14,2	14,5	14,9	15,4	16,1	16,8	17,5	18,6	19,5
4,25	13,2	13,4	13,7	14,1	14,6	15,2	15,8	16,6	17,5	18,4
4,50	12,5	12,7	13,0	13,3	13,8	14,4	15,0	15,8	16,6	17,4
5,00	11,3	11,5	11,7	12,0	12,4	13,0	13,6	14,2	15,1	15,8
6,00	9,5	9,6	9,8	10,1	10,4	10,9	11,4	11,9	12,6	13,3
7,00	8,1	8,3	8,4	8,7	9,0	9,4	9,8	10,3	10,9	11,4
8,00	7,1	7,2	7,4	7,6	7,9	8,2	8,6	9,0	9,5	10,0
9,00	6,3	6,4	6,6	6,7	7,0	7,3	7,6	8,0	8,5	8,9
10,00	5,7	5,8	5,9	6,1	6,3	6,6	6,9	7,2	7,7	8,0

ARC DE GRAND CERCLE.

L'angle de route se compte :

du *pôle de départ*, si p est +
du *pôle opposé*, si p est —

POUR RECONNAÎTRE UN ASTRE.

La table donne :

l'*angle au pôle* P, si z est +
son *suppl*[t] (180° — P), si z est —

CORRECTION PAGEL.	LATITUDE DU NAVIRE OU LATITUDE DE DÉPART.									
	48°	51°	54°	57°	60°	62°	64°	66°	68°	70°
0′,80	61°,8	63°,3	64°,8	66°,5	68°,2	69°,4	70°,7	72°,0	73°,3	74°,7
0 ,84	60 ,7	62 ,1	63 ,7	65 ,4	67 ,2	68 ,5	69 ,8	71 ,1	72 ,5	74 ,0
0 ,88	59 ,5	61 ,0	62 ,7	64 ,4	66 ,2	67 ,6	68 ,9	70 ,3	71 ,8	73 ,3
0 ,92	58 ,4	59 ,9	61 ,6	63 ,4	65 ,3	66 ,6	68 ,0	69 ,5	71 ,0	72 ,5
0 ,96	57 ,3	58 ,9	60 ,6	62 ,4	64 ,4	65 ,7	67 ,2	68 ,7	70 ,2	71 ,8
1 ,00	56 ,2	57 ,8	59 ,6	61 ,4	63 ,4	64 ,9	66 ,4	67 ,9	69 ,5	71 ,1
1 ,05	54 ,9	56 ,5	58 ,3	60 ,2	62 ,3	63 ,8	65 ,3	66 ,9	68 ,5	70 ,2
1 ,10	53 ,6	55 ,3	57 ,1	59 ,1	61 ,2	62 ,7	64 ,3	65 ,9	67 ,6	69 ,4
1 ,15	52 ,4	54 ,1	55 ,9	57 ,9	60 ,0	61 ,6	63 ,3	64 ,9	66 ,7	68 ,0
1 ,20	51 ,2	52 ,9	54 ,8	56 ,8	59 ,0	60 ,6	62 ,3	64 ,0	65 ,8	67 ,7
1 ,25	50 ,1	51 ,8	53 ,7	55 ,8	58 ,0	59 ,6	61 ,3	63 ,1	64 ,9	66 ,9
1 ,30	49 ,0	50 ,7	52 ,6	54 ,7	57 ,0	58 ,6	60 ,3	62 ,1	64 ,0	66 ,0
1 ,35	47 ,9	49 ,6	51 ,6	53 ,7	56 ,0	57 ,6	59 ,4	61 ,2	63 ,2	65 ,2
1 ,40	46 ,9	48 ,6	50 ,6	52 ,7	55 ,0	56 ,7	58 ,5	60 ,3	62 ,3	64 ,4
1 ,45	45 ,9	47 ,6	49 ,6	51 ,7	54 ,1	55 ,8	57 ,6	59 ,5	61 ,5	63 ,6
1 ,50	44 ,9	46 ,7	48 ,6	50 ,8	53 ,1	54 ,8	56 ,7	58 ,6	60 ,7	62 ,8
1 ,60	43 ,0	44 ,8	46 ,8	48 ,9	51 ,3	53 ,1	55 ,0	56 ,9	59 ,1	61 ,3
1 ,70	41 ,3	43 ,1	45 ,0	47 ,2	49 ,6	51 ,4	53 ,3	55 ,3	57 ,5	59 ,8
1 ,80	39 ,7	41 ,4	43 ,4	45 ,6	48 ,0	49 ,8	51 ,7	53 ,8	56 ,0	58 ,4
1 ,90	38 ,2	39 ,9	41 ,8	44 ,0	46 ,5	48 ,3	50 ,2	52 ,3	54 ,6	57 ,0
2 ,00	36 ,8	38 ,5	40 ,4	42 ,6	45 ,0	46 ,8	48 ,8	50 ,9	53 ,2	55 ,6
2 ,10	35 ,4	37 ,1	39 ,0	41 ,2	43 ,6	45 ,4	47 ,4	49 ,5	51 ,8	54 ,3
2 ,20	34 ,2	35 ,8	37 ,7	39 ,8	42 ,3	44 ,1	46 ,0	48 ,2	50 ,5	53 ,0
2 ,30	33 ,0	34 ,6	36 ,5	38 ,6	41 ,0	42 ,8	44 ,8	46 ,9	49 ,3	51 ,8
2 ,40	31 ,9	33 ,5	35 ,3	37 ,4	39 ,8	41 ,6	43 ,5	45 ,7	48 ,0	50 ,6
2 ,60	29 ,9	31 ,4	33 ,2	35 ,2	37 ,6	39 ,3	41 ,3	43 ,4	45 ,8	48 ,3
2 ,80	28 ,1	29 ,6	31 ,3	33 ,3	35 ,5	37 ,3	39 ,2	41 ,3	43 ,6	46 ,3
3 ,00	26 ,5	27 ,9	29 ,6	31 ,5	33 ,7	35 ,4	37 ,2	39 ,3	41 ,7	44 ,3
3 ,25	24 ,7	26 ,1	27 ,6	29 ,5	31 ,6	33 ,2	35 ,1	37 ,1	39 ,4	42 ,0
3 ,50	23 ,1	24 ,4	25 ,9	27 ,7	29 ,7	31 ,3	33 ,1	35 ,1	37 ,3	39 ,9
3 ,75	21 ,7	23 ,0	24 ,4	26 ,1	28 ,1	29 ,6	31 ,3	33 ,3	35 ,4	37 ,9
4 ,00	20 ,5	21 ,7	23 ,0	24 ,7	26 ,6	28 ,0	29 ,7	31 ,6	33 ,7	36 ,2
4 ,25	19 ,4	20 ,5	21 ,8	23 ,4	25 ,2	26 ,6	28 ,2	30 ,1	32 ,1	34 ,5
4 ,50	18 ,4	19 ,5	20 ,7	22 ,2	24 ,0	25 ,3	26 ,9	28 ,7	30 ,7	33 ,0
5 ,00	16 ,6	17 ,6	18 ,8	20 ,2	21 ,8	23 ,1	24 ,5	26 ,2	28 ,1	30 ,3
6 ,00	14 ,0	14 ,8	15 ,8	17 ,0	18 ,4	19 ,5	20 ,8	22 ,3	24 ,0	26 ,0
7 ,00	12 ,1	12 ,8	13 ,7	14 ,7	15 ,9	16 ,9	18 ,1	19 ,4	20 ,9	22 ,7
8 ,00	10 ,6	11 ,2	12 ,0	12 ,9	14 ,0	14 ,9	15 ,9	17 ,1	18 ,5	20 ,0
9 ,00	9 ,4	10 ,0	10 ,7	11 ,5	12 ,5	13 ,3	14 ,2	15 ,3	16 ,5	18 ,0
10 ,00	8 ,5	9 ,0	9 ,7	10 ,4	11 ,3	12 ,0	12 ,9	13 ,8	14 ,9	16 ,3

EXPLICATION

ET

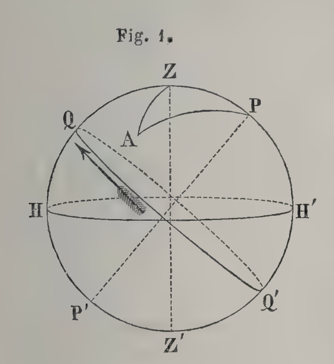
USAGE DES TABLES

DÉFINITIONS ET NOTATIONS.

Pour éviter toute confusion, il est bon de rappeler les définitions de quelques termes qui se présentent constamment dans les problèmes nautiques.

Le *méridien* d'un lieu est le plan qui passe par l'axe du monde PP'. (*fig.* 1) et par la verticale du lieu ZZ' Le demi-méridien qui va d'un pôle à l'autre en passant par le *zénith* Z, se nomme *méridien supérieur;* l'autre moitié qui contient le *nadir* Z' est le *méridien inférieur*.

Fig. 1.



On entend par *pôle élevé* P celui qui est situé au-dessus de l'horizon HH' de l'observateur, et par *pôle abaissé* P' celui qui est au-dessous de ce plan. Le *pôle élevé* est toujours de même nom que l'hémisphère dans lequel se trouve l'observateur.

On appelle *azimut* d'un astre l'angle PZA formé par le méridien du lieu et le vertical de cet astre. Cet angle se compte de 0° à 180°, à partir du pôle élevé, vers l'*Est* ou vers l'*Ouest* selon que l'astre est dans l'Est ou

dans l'Ouest du méridien. Mais pour plus de commodité nous prendrons, comme on le fait dans la pratique, les azimuts toujours plus petits que 90°, en les comptant soit du pôle élevé, soit du pôle abaissé suivant la position de l'astre. Cette convention ne peut donner lieu à aucune erreur, car on sait toujours dans quel hémisphère on se trouve, et par suite il est facile de passer d'un azimut compté du pôle abaissé à un azimut ramené au pôle élevé.

L'*angle horaire* d'un astre à un moment quelconque est l'angle ZPA formé par le méridien supérieur ZP du lieu et le plan horaire PA de l'astre, cet angle étant compté de 0° à 360° (ou de 0^h à 24^h) dans le sens du mouvement diurne à partir du méridien supérieur. Ainsi, sur la *fig.* 1, l'angle horaire de l'astre A est plus grand que 180° (la flèche indique le sens du mouvement diurne). L'angle horaire ainsi compté de 0° à 360° est quelquefois surnommé angle horaire *astronomique.*

On appelle *angle au pôle* d'un astre (ou parfois *angle horaire proprement dit*) l'angle sphérique ZPA moindre que 180°, formé au pôle par le méridien supérieur du lieu et le plan horaire de l'astre. Cet angle se compte de 0° à 180° (ou de 0^h à 12^h) à partir du méridien supérieur, vers l'*Est* ou vers l'*Ouest*, suivant que l'astre est dans l'Est ou dans l'Ouest du méridien. Pour enlever toute indécision, nous désignerons toujours cet angle sous le nom d'*angle au pôle.*

Si l'on représente par P l'angle au pôle et par Æ l'angle horaire d'un astre, on voit immédiatement sur la *fig.* 1 que :

1° Si l'astre est dans l'*Ouest*, l'angle horaire et l'angle au pôle sont identiques, c'est-à-dire

$$P = Æ ;$$

2° Si l'astre est dans l'*Est*, l'angle au pôle est le complément à 360° ou à 24^h de l'angle horaire, c'est-à-dire

$$P = 360° — Æ.$$

Si l'on appelle HS l'heure sidérale d'un lieu, Æ l'angle horaire et Æ l'ascension droite d'un astre à un moment quelconque, on démontre en Astronomie que l'on a toujours

$$HS = Æ + Æ.$$

Cette relation fondamentale détermine l'une des trois quantités HS, Æ ou Æ, quand on connaît les deux autres. Seulement il faut se rap-

peler que, dans les applications numériques, il est permis d'ajouter ou de retrancher 24^h au résultat, de manière à rendre la quantité cherchée positive et moindre que 24^h : car HS, ÆH et ÆR remplissent toujours ces conditions.

La solution de la plupart des problèmes nautiques repose sur la considération du *triangle de position :* on nomme ainsi le triangle sphérique PZA (*fig.* 1) formé sur la sphère céleste par le zénith Z de l'observateur, le pôle élevé P, et le centre de l'astre observé A. Les trois angles de ce triangle sont : l'*azimut* Z, l'*angle au pôle* P, et l'*angle à l'astre* A ou *angle de position.* Les trois côtés du même triangle sont :

1° La *colatitude* PZ du lieu, égale au complément (90° — L) de la latitude de l'observateur;

2° La *distance polaire* PA de l'astre, égale à (90° ∓ *déclinaison*) suivant que la latitude du lieu et la déclinaison de l'astre sont de même nom ou de noms contraires ;

3° La *distance zénithale vraie* ZA, égale au complément (90° — H) de la hauteur vraie de l'astre.

La *variation du compas* est l'angle formé par l'aiguille aimantée et le méridien du lieu. La variation est NE ou NO suivant que le Nord magnétique tombe à droite ou à gauche du Nord du monde, l'œil étant supposé au centre de la rose.

La variation se déduit de la comparaison entre l'*azimut vrai* et le *relèvement* ou *azimut magnétique* d'un même astre, en ayant soin de ramener les deux azimuts au même pôle (il est préférable de prendre comme pôle commun le pôle de l'azimut magnétique qui est toujours moindre que 90°). La variation est alors donnée en grandeur et en signe par la règle suivante :

Variation = azimut vrai — azimut magnétique.

Cette formule est générale pourvu qu'on attribue aux lettres N et E le signe +, aux lettres S et O le signe —, et qu'on donne aux azimuts et à la variation les signes des produits des deux lettres qui y entrent.

Supposons, par exemple, que l'on ait : *azimut vrai* = N 83° E et *azimut magnétique* = S 79° E. On ramène d'abord l'azimut vrai au pôle *Sud*, ce qui donne *azimut vrai* = S 97° E ; puis on a

$$\textit{variation} = -97^\circ - (-79^\circ) = -18^\circ$$

c'est-à-dire 18° NO, puisque la variation a le signe —.

PROBLÈME GÉNÉRAL RÉSOLU PAR LES TABLES PRÉCÉDENTES.

Une simple transformation des formules du triangle de position amène à la construction des trois tables précédentes.

En effet, dans le triangle sphérique PZA (*fig.* 2), on a la relation suivante entre les quatre éléments consécutifs Z, ZP, P et PA :

$$\sin P \operatorname{cotg} Z = \cos L \operatorname{cotg} \Delta - \sin L \cos P;$$

Δ désignant la distance polaire PA de l'astre. On en déduit pour l'azimut

$$\operatorname{cotg} Z = \frac{\cos L \operatorname{cotg} \Delta}{\sin P} - \frac{\sin L}{\operatorname{tg} P},$$

relation qu'on peut écrire

$$\operatorname{cotg} Z = \cos L \left(\frac{\operatorname{cotg} \Delta}{\sin P} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P}\right).$$

Au lieu de cotg Δ on peut mettre tg D, à condition de prendre D comme un angle positif ou négatif, suivant que la déclinaison sera de même nom que la latitude ou de nom contraire; on a ainsi

$$\operatorname{cotg} Z = \cos L \left(\frac{\operatorname{tg} D}{\sin P} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P}\right). \qquad (1)$$

On voit immédiatement que les tables I, II et III fournissent les valeurs numériques des différents termes qui composent cette expression. Mais leur usage ne se borne pas au simple calcul d'azimut. Si l'on appelle p la variation produite sur l'angle au pôle par une variation de $+1'$ sur la latitude, on démontre en Astronomie que p est donné par une série dont le premier terme est

$$p = \frac{\operatorname{cotg} Z}{\cos L} + \ldots..$$

Cette formule fait dépendre p de la latitude L et de l'azimut Z, qui est généralement inconnu. Or, si l'on compare cette relation à l'équation (1), on en conclut

$$p = \frac{\operatorname{tg} D}{\sin P} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P}, \qquad (2)$$

expression contenant la latitude de l'observateur, la déclinaison de l'astre et son angle au pôle, quantités qui se présentent constamment dans les calculs de navigation.

La table I donne le premier terme $\left(\frac{\text{tg D}}{\sin \text{P}}\right)$ de cette relation (2), terme qui dépend de la déclinaison de l'astre et de son angle au pôle.

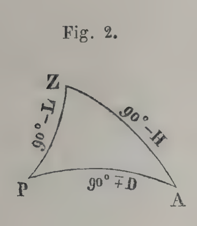
La table II donne le second terme $\left(\frac{\text{tg L}}{\text{tg P}}\right)$, qui dépend de la latitude du navire et de l'angle au pôle de l'astre.

Au moyen de ces deux tables, une fois le calcul d'angle horaire terminé, on peut donc avoir rapidement la variation p, qui est exprimée en minutes de degré, puisque l'augmentation de la latitude est elle-même donnée en minutes de degré.

Quant à la table III, construite d'après la formule $\cot \text{g Z} = p \cos \text{L}$, elle permet d'obtenir immédiatement l'azimut vrai de l'astre quand on a préalablement calculé p.

En définitive les tables ci-dessus donnent la solution du problème général suivant : *Dans un triangle sphérique* PZA, *connaissant deux côtés* PZ *et* PA, *ainsi que l'angle compris* P, *trouver l'un des deux angles adjacents*, Z *par exemple*. Elles peuvent donc résoudre une foule de questions analogues dont plusieurs se présentent assez fréquemment en navigation ; dans chaque cas particulier, il suffit de comparer le triangle proposé au triangle de position PZA pour en déduire immédiatement la règle à suivre.

Fig. 2.



PROBLÈME I.

Connaissant la latitude du navire, la déclinaison d'un astre et son angle au pôle, trouver la variation p produite sur l'angle P par une augmentation de 1′ dans la latitude et calculer l'azimut vrai de l'astre.

Ce cas se présente lorsqu'on termine le calcul d'angle horaire du matin sans avoir la latitude exacte, ou lorsqu'on fait le point par deux hauteurs et l'intervalle. Enfin l'azimut vrai de l'astre est souvent nécessaire pour calculer la variation du compas, et il est commode de l'obtenir sans connaître la hauteur de l'astre que l'on a relevé.

Pour abréger, nous appellerons *correction Pagel* la variation produite sur l'heure du lieu (moyenne, vraie, ou sidérale) par une augmentation de 1′ dans la latitude; cette variation est égale à celle de l'angle au pôle en valeur absolue, et elle aura le même signe que celle-ci, si l'on considère l'angle P comme variant de 0° à 360° dans le sens du mouvement diurne. En se reportant à la formule (2), cette convention explique les règles de signes inscrites en tête de chacune des deux premières tables et relatives au problème d'azimut.

Pour avoir la correction Pagel p, une fois le calcul d'angle horaire terminé, on opère comme il suit :

Entrer dans la table I avec la déclinaison *comme argument vertical et l'*angle au pôle *comme argument horizontal, et donner au nombre* p′ *ainsi obtenu le signe qui lui convient d'après la règle inscrite au-dessus de la table.*

Entrer dans la table II avec la latitude du navire *comme argument vertical et l'*angle au pôle *comme argument horizontal, et donner au nombre ainsi trouvé* p″ *le signe indiqué par la règle.*

Faire la somme algébrique de p′ *et* p″, *somme qui représente la* correction Pagel *en grandeur et en signe.*

Cette correction est exprimée en *minutes de degré*, et elle s'applique immédiatement avec son signe à la longitude réduite en degrés, pourvu qu'on adopte la convention suivante. Si l'on appelle λ la correction positive ou négative (en minutes de degré) à faire à la latitude estimée du calcul d'angle horaire, G_1 la longitude erronée trouvée par ce calcul, et G la longitude exacte, on a

$$G = G_1 + \lambda p,$$

relation qui est générale si l'on attribue le signe + aux longitudes *Est* et le signe — aux longitudes *Ouest*, tout en tenant compte des signes des quantités λ et p dans leur produit λp.

Enfin, *pour avoir l'azimut vrai de l'astre, on entre dans la table III avec la* correction Pagel *comme argument vertical et la* latitude du navire *comme argument horizontal; l'angle correspondant est l'*azimut *cherché, que l'on énonce d'après la règle inscrite au-dessus de la table* (a).

(*a*) Quand on fait le point par la *méthode des hauteurs estimées,* on peut calculer l'azimut d'une façon plus simple. La formule employée par M. le capitaine de frégate Marcq Saint-Hilaire

$$\cos Z = \operatorname{tg}(D' - L_e)\operatorname{tg} H_e$$

Si l'interpolation pour les minutes de la déclinaison, de la latitude et de l'angle au pôle est faite avec quelque soin, on obtient la correction Pagel au centième près, et dans ce cas on voit, à l'inspection des nombres de la table III, que l'on peut compter sur l'azimut avec une approximation d'un demi-degré au moins.

Remarque. — Ce procédé permet de tracer rapidement la *droite de hauteur* de l'astre, c'est-à-dire la ligne de position sur laquelle se trouve le navire. Si la construction se fait sur la carte, on marque le point ayant pour coordonnées la latitude estimée L_1, et la longitude G_1 obtenue par le calcul d'heure fait avec cette latitude L_1; par ce point on mène une droite formant avec le parallèle de latitude un angle égal à l'azimut vrai (calculé par la méthode précédente). Il n'y a jamais d'indécision sur le sens dans lequel il faut tracer cette droite de hauteur, puisqu'on sait qu'elle est perpendiculaire au relèvement de l'astre.

Si l'on opère sur du papier quadrillé, il est plus simple d'employer la correction p donnée par les tables I et II. On marque alors à l'échelle adoptée deux points dont les coordonnées sont, pour le premier L_1 et G_1, pour le second $(L_1 + \lambda)$ et $(G_1 + \lambda p)$; puis on les joint par une

---

peut en effet s'écrire

$$\cot g\, H_e = \frac{\operatorname{tg}(D' - L_e)}{\sin(90° - Z)} = h;$$

d'où la règle suivante :

Entrer dans la table III et chercher dans la colonne intitulée 0° *la hauteur estimée* H_e, *prendre le nombre correspondant* h *dans la colonne* correction Pagel. *Entrer alors dans la table I et chercher l'angle* $(D' - L_e)$ *dans la colonne intitulée* Déclinaison; *suivre la ligne horizontale correspondante jusqu'à ce qu'on trouve le nombre* h; *l'angle au pôle inscrit en tête de la colonne est le* complément *de l'azimut de l'astre* (*faire une petite interpolation s'il est nécessaire*). *Cet azimut doit se compter du pôle de même dénomination que la différence algébrique* $(D' - L_e)$.

Ce procédé peut servir à calculer l'azimut toutes les fois que celui-ci est plus petit que 85°. Dans le cas où il est compris entre 85° et 90°, c'est-à-dire dans les environs du premier vertical, il faut modifier la règle précédente de cette façon :

Si h *est plus grand que le dernier nombre inscrit sur la ligne correspondant à l'angle* $(D' - L_e)$, *c'est que l'amplitude* (90° — Z) *est plus petite que* 5°; *dans ce cas on divise* h *par* 2, 3, 4, 5, ... 10, *de façon à le faire rentrer dans les limites de la table; on prend alors l'angle au pôle correspondant, et on le divise par le même nombre qui a servi à diviser* h. *En retranchant le résultat de* 90°, *on a l'azimut cherché qui se compte du pôle de même dénomination que* $(D' - L_e)$.

On sait que les lignes trigonométriques des petits arcs sont sensiblement proportionnelles aux arcs eux-mêmes; c'est sur cette propriété que repose l'artifice précédent.

ligne droite qui représente la *tangente* à la courbe de hauteur. Dans la pratique, pour plus de commodité, on prend généralement $\lambda = 10'$. D'après la convention adoptée pour les signes des longitudes, on peut remarquer que, la latitude augmentant, le second point doit être pris dans l'Est du premier si p est positif, et dans l'Ouest si p est négatif; le contraire a évidemment lieu si l'on fait diminuer la latitude.

PROBLÈME II.

Connaissant l'heure et la latitude du navire, calculer l'azimut vrai d'un astre.

On peut aussi obtenir l'azimut vrai d'un astre sans calcul préalable de longitude. On relève, par exemple, le soleil en notant l'heure correspondante de la montre d'habitacle, qui est réglée chaque jour en mer sur le temps vrai (si le changement en longitude est considérable depuis le moment où elle a été mise à l'heure, on en tient compte à raison de 4 minutes de temps par degré de longitude parcouru). Dans le triangle de position on connaît alors les trois éléments : *latitude du navire*, *déclinaison* et *angle au pôle* du soleil; la déclinaison se prend à vue dans la *Connaissance des temps*, et quant à l'angle au pôle, il est égal à l'*heure de la montre le soir*, et à son *supplément à 12 heures le matin*. On rentre ainsi dans le cas du problème I; on calcule donc la correction p, et l'on a ensuite l'azimut cherché au moyen de la table III. En comparant cet azimut vrai au relèvement au compas, on en déduit la variation.

S'il s'agit de l'azimut de la lune ou d'une étoile, la première opération consiste évidemment à rechercher l'angle au pôle de l'astre. Pour cela il faut passer de l'heure vraie du bord au moment de l'observation à l'heure sidérale correspondante (*b*); l'ascension droite de l'étoile ou

---

(*b*) Pour avoir l'heure sidérale correspondant à une heure vraie du bord, on fait la somme algébrique des quantités suivantes prises à la demi-minute près :

Heure sidérale du bord = {
1° Heure vraie astronomique du bord, c'est-à-dire comptée de 0^h à 24^h.
2° Équation du temps à midi vrai (*Connaiss. des temps*, pages paires).
3° Temps sidéral à midi moyen à Paris (*Conn. des temps*, pages impaires).
4° Correction pour heure approchée de Paris (*Conn. des temps*, table VI).
}

Faire grande attention au signe de l'*équation du temps* qui, pour *passer du temps vrai au temps moyen*, doit être prise dans les pages de numéro pair de la *Connaissance des temps*.

de la lune, retranchée de cette heure sidérale, donne l'angle horaire astronomique. L'angle au pôle de l'astre est égal à cet *angle horaire* si celui-ci est *plus petit que* 12 *heures*, et à son *complément à* 24 *heures dans le cas contraire*. On a ainsi les trois éléments nécessaires : *latitude*, *déclinaison* et *angle au pôle*, pour achever le calcul d'azimut comme précédemment.

Remarque. — L'exactitude de la recherche d'azimut par ce procédé dépend essentiellement du réglage de la montre d'habitacle. Si l'on ne peut se fier aux indications de cette montre, il est préférable de faire noter l'heure du compteur au moment où l'on relève l'astre; on obtient ensuite l'*heure vraie* ou *sidérale du bord* en faisant la somme algébrique des quantités suivantes :

Heure vraie du bord = {
Heure notée sur le compteur.
+ État absolu (retard) du compteur sur Paris.
+ Équation du temps avec son signe (*Conn. des temps*, pages impaires).
± Longitude (+ si elle est *Est*, — si elle est *Ouest*).

Faire attention au signe de l'*équation du temps* qui, pour *passer du temps moyen au temps vrai*, doit être prise dans les pages de numéro impair de la *Connaissance des temps*, et ajouter ou retrancher 12 heures au résultat, s'il est nécessaire, pour le faire concorder avec l'heure vraie approchée donnée par la montre d'habitacle.

Heure sidérale du bord = {
Heure notée sur le compteur.
+ État absolu (retard) du compteur sur Paris.
± Longitude (+ si elle est *Est*, — si elle est *Ouest*).
+ Temps sidéral à midi moyen à Paris (*Conn. des temps*, pages impaires).
+ Correction pour heure moyenne de Paris (*Conn. des temps*, table VI).

Dans l'application de cette dernière formule, pour savoir s'il faut ajouter ou retrancher 12 heures au résultat, on fait à vue d'œil la somme (*heure du compteur* + *état absolu* ± *longitude*), et on la compare à l'heure astronomique approchée du bord donnée par la montre d'habitacle.

PROBLÈME III.

Connaissant la latitude du navire, la hauteur d'un astre et son azimut vrai, trouver son ascension droite, c'est-à-dire le nom de cet astre.

Ce problème se présente fréquemment lorsqu'on a observé une étoile entre deux nuages sans pouvoir reconnaître la constellation dont elle fait partie. Dans ce cas il faut avoir soin de prendre le relèvement

de l'astre immédiatement après l'observation; ce relèvement, corrigé de la variation du compas, donne l'azimut vrai de l'astre. Nous supposerons que l'étoile observée soit *assez brillante* pour devoir être une de celles données par la *Connaissance des temps.*

Entrer dans la table I avec la hauteur vraie *comme argument vertical* (*colonne intitulée* déclinaison) *et l'*azimut vrai *comme argument horizontal, et donner au nombre ainsi trouvé* z' *le signe* +.

Entrer dans la table II avec la latitude du navire *comme argument vertical et l'*azimut vrai *comme argument horizontal, et donner au nombre ainsi obtenu* z'' *le signe* — *ou le signe* + *suivant que l'azimut vrai est compté du pôle* élevé *ou du pôle* abaissé.

Faire la somme algébrique des nombres z' *et* z'', *et entrer avec le résultat* z *comme* correction Pagel *dans la table III; la* latitude du navire *sert d'argument horizontal. L'angle correspondant représente l'*angle au pôle P *de l'astre si le nombre* z *est* positif; *dans le cas contraire, la table donne le* supplément (180° — P) *de l'angle au pôle de l'étoile.*

Cet angle au pôle ainsi connu, on le réduit en heures, et l'on en conclut l'*angle horaire*, qui est égal à P si l'astre est dans l'Ouest, et à (24^h — P) s'il est dans l'Est du méridien. Cet angle horaire retranché de l'heure sidérale du bord (*c*) au moment de l'observation, donne l'*ascension droite* de l'astre à quelques minutes près. En parcourant alors dans la *Connaissance des temps* le catalogue des étoiles, où elles sont rangées par ordre d'ascensions droites, il n'y a généralement pas la moindre hésitation sur le nom de l'astre; si, par hasard, il y avait indécision, il faudrait aussi consulter les éphémérides des quatre planètes : *Vénus*, *Mars*, *Jupiter*, et *Saturne*, car l'une d'elles a pu être prise pour une étoile de première grandeur. Enfin, s'il restait encore quelques doutes, on parviendra toujours à les lever en rapprochant les déclinaisons des astres sur lesquels on hésite.

Remarque. — Ce problème rentre, comme le premier, dans le cas général, et il donne par analogie (*fig.* 2) la relation

$$\cot P = \cos L \left(\frac{\operatorname{tg} H}{\sin Z} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} Z}\right), \qquad (3)$$

d'où l'on a conclu la marche à suivre et les règles inscrites au-dessus

(*c*) Voir la note (*b*) de la page 34 pour le calcul de l'heure sidérale correspondant à une heure vraie du bord, ou plutôt, dans ce cas, appliquer la formule de la page 35 qui permet de passer de l'heure du compteur à l'heure sidérale au moment de l'observation.

de chaque table. Cette expression peut aussi se déduire directement de l'équation trigonométrique entre les quatre éléments consécutifs P, PZ, Z et ZA :

$$\cot P \sin Z = \cos L \operatorname{tg} H - \sin L \cos Z.$$

Il est bon de remarquer que la somme algébrique $z' + z'' = z$ représente la variation (en minutes de degré) produite sur l'azimut d'un astre par une augmentation de $1'$ dans la latitude du navire. Cela s'explique par l'analogie qui existe entre les relations (1) et (3) ; on démontre d'ailleurs en Astronomie que la variation z sur l'azimut pour $+1'$ dans la latitude, est donnée par une série dont le premier terme est

$$z = \frac{\cot P}{\cos L} + \ldots\ldots$$

Si l'on remplace cotg P par sa valeur tirée de l'équation (3), on obtient pour z une expression analogue à celle de p et calculable au moyen des tables I et II.

PROBLÈME IV.

Connaissant la latitude du navire, calculer la hauteur d'un astre pour une heure moyenne ou vraie donnée.

De l'heure donnée (moyenne ou vraie) on passe à l'*heure sidérale* correspondante, on retranche de cette dernière heure l'*ascension droite* de l'astre, et l'on a ainsi son *angle horaire astronomique;* d'où l'on conclut son *angle au pôle.* Dans le triangle de position on connaît donc les trois éléments : latitude du navire, déclinaison et angle au pôle de l'astre, qui permettent de calculer son *azimut vrai.* (Voir le problème I.) On opère alors comme il suit :

Entrer dans la table III avec la latitude du navire *comme argument horizontal, et chercher dans la colonne* correction Pagel *le nombre* h' *qui correspond à l'*angle au pôle P (*réduit en degrés*) *ou à son* supplément; *ce nombre a le signe + ou le signe — suivant que l'angle* P *est* plus petit *ou* plus grand que 90°.

Entrer dans la table II avec la latitude *comme argument vertical et l'*azimut *comme argument horizontal* (*angle au pôle*), *et donner au nombre correspondant* h'' *le signe + ou le signe — suivant que l'azimut est compté du pôle* élevé *ou du pôle* abaissé.

Faire la somme algébrique h *des nombres* h′ *et* h″; *entrer alors dans la table I avec l'*azimut *comme argument horizontal* (*angle au pôle*), *et chercher dans la colonne intitulée* Déclinaison *l'angle qui correspond au nombre* h; *cet angle représente la* hauteur vraie *demandée. L'astre est au-dessus de l'horizon si le nombre* h *est positif, et il est au-dessous dans le cas contraire.*

La démonstration de cette règle est tout entière dans la formule (3) du problème précédent, qui peut s'écrire de la manière suivante

$$\frac{\operatorname{cotg} P}{\cos L} + \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} Z} = \frac{\operatorname{tg} H}{\sin Z}.$$

Les tables I, II et III facilitent le calcul de chacun des termes qui entrent dans cette expression, pourvu toutefois que la hauteur cherchée ne dépasse pas 70°.

La hauteur ainsi déterminée sera en général exacte au demi-degré près, approximation bien suffisante pour permettre de se préparer à l'observation de l'astre et éviter toute chance de confusion.

PROBLÈME V.

Déterminer l'heure du lever ou du coucher vrai d'un astre.

Au moment du lever ou du coucher vrai d'un astre, sa hauteur est nulle; par conséquent la formule générale

$$\sin H = \sin L \cos \Delta + \cos L \sin \Delta \cos P$$

se réduit à

$$0 = \sin L \cos \Delta + \cos L \sin \Delta \cos P_0,$$

d'où l'on tire

$$\cos P_0 = -\frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} \Delta} = p_0. \qquad (4)$$

Entrer dans la table II avec la latitude du navire *comme argument vertical et la* distance polaire *de l'astre comme argument horizontal* (*angle au pôle*); *en faisant cadrer ces deux éléments, on obtient un nombre* p_0 *avec lequel on entre dans le tableau ci-dessous* (*faire une petite interpolation pour les minutes de la latitude et de la distance polaire*). *Le*

nombre d'heures correspondant à p_0 *représente l'*heure vraie *du lever ou du coucher de l'astre, suivant le cas :*

LATITUDE ET DÉCLINAISON DE MÊME NOM.								
LEVER.	p_0	COUCHER.	LEVER.	p_0	COUCHER.	LEVER.	p_0	COUCHER.
6^h00^m	0,000	6^h00^m	5^h00^m	0,259	7^h00^m	4^h00^m	0,500	8^h00^m
5 50	0,044	6 10	4 50	0,301	7 10	3 50	0,537	8 10
5 40	0,087	6 20	4 40	0,342	7 20	3 40	0,574	8 20
5 30	0,130	6 30	4 30	0,383	7 30	3 30	0,609	8 30
5 20	0,174	6 40	4 20	0,423	7 40	3 20	0,643	8 40
5 10	0,216	6 50	4 10	0,462	7 50	3 10	0,676	8 50
5 00	0,259	7 00	4 00	0,500	8 00	3 00	0,707	9 00
COUCHER.	p_0	LEVER.	COUCHER.	p_0	LEVER.	COUCHER.	p_0	LEVER.
LATITUDE ET DÉCLINAISON DE NOMS CONTRAIRES.								

Si l'on veut avoir l'*heure moyenne* du lever ou du coucher de l'astre, on ajoute à l'heure vraie ainsi déterminée l'*équation du temps* prise à vue avec son signe dans les pages de numéro pair de la *Connaissance des temps*.

Remarque. — Quant il s'agit du soleil, il est parfois nécessaire de connaître l'heure moyenne du lever ou du coucher *apparent du bord supérieur*, pour fixer par exemple le moment auquel on doit rentrer les couleurs. Dans ce but il suffit de faire une petite correction à l'heure calculée par la méthode précédente : on sait en effet que la réfraction, faisant paraître les astres plus hauts qu'ils ne le sont réellement, avance leur lever et retarde leur coucher. Si nous supposons l'observateur élevé de 5 ou 6 mètres au-dessus du niveau de la mer, au moment du lever ou du coucher apparent du bord supérieur, le centre du soleil est au-dessous de l'horizon d'une quantité égale à

$$-\text{dépression } (4') - \text{réfraction } (35') - \text{demi-diamètre } (16') = -55' \text{ environ.}$$

Or on voit en Astronomie que l'erreur ϖ sur l'angle au pôle pour $+1'$ sur la hauteur, est donnée par une série dont le premier terme est

$$\varpi = -\frac{\cos H}{\cos L \sin \Delta \sin P}.$$

Dans le cas du lever ou du coucher, $H = 0°$ et P prend la valeur particulière P_0 déterminée par l'équation (4). La correction à faire pour — 55′ d'erreur sur la hauteur à ce moment-là est donc :

$$\text{Correction (en minutes de degré)} = + \frac{55'}{\cos L \sin \Delta \sin P_0} = + \frac{55'}{\sqrt{\cos (L + D) \cos (L - D)}},$$

en remplaçant $\sin P_0$ par sa valeur tirée de l'équation (4). Le tableau ci-dessous donne cette correction toute calculée et réduite en minutes de temps et dixièmes de minute.

Correction à faire à l'heure du lever ou du coucher vrai pour avoir l'heure du lever ou du coucher apparent du bord supérieur *du soleil.*

DÉCLINAISON du soleil.	LATITUDE DU NAVIRE.								
	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°
	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.
0°	3,6	3,7	3,9	4,2	4,8	5,2	5,7	6,4	7,3
10°	3,7	3,8	4,0	4,3	4,9	5,4	5,9	6,7	7,8
15°	3,8	3,9	4,1	4,4	5,1	5,6	6,2	7,2	8,6
20°	3,9	4,0	4,2	4,6	5,3	5,9	6,7	8,0	10,1
24°	4,0	4,1	4,3	4,8	5,6	6,3	7,4	9,1	12,6

Cette correction est { *additive* pour l'heure du coucher ; *soustractive* pour l'heure du lever.

Navigation par arc de grand cercle. — Si l'on suppose la terre sphérique, on sait que le plus court chemin pour se rendre d'un point à un autre n'est pas la loxodromie, mais bien l'*arc de grand cercle* qui joint ces deux points. Comme cet arc coupe les divers méridiens sous des angles variables, pour suivre cette route dite *orthodromique*, il faudrait théoriquement changer à chaque instant la direction du navire ; mais cette condition est sans importance en pratique, eu égard aux nombreuses causes d'erreur qui entraînent le bâtiment hors de la route tracée : on conserve donc le même cap d'un midi à l'autre, et chaque jour avec le point observé on détermine le nouvel angle de route à suivre jusqu'au lendemain.

La navigation par arc de grand cercle se réduit en définitive au problème suivant.

PROBLÈME VI.

Connaissant le point de départ du navire, trouver l'angle de route initial à suivre pour se rendre par arc de grand cercle à un point déterminé du globe.

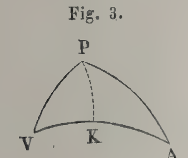
Entrer dans la table I avec la latitude d'arrivée *comme argument vertical et la* différence en longitude *comme argument horizontal, et donner au nombre ainsi obtenu* p′ *le signe indiqué par la règle relative à l'arc de grand cercle.*

Entrer dans la table II avec la latitude de départ *comme argument vertical et la* différence en longitude *comme argument horizontal, et donner au nombre* p″ *ainsi trouvé le signe qui lui convient.*

Faire la somme algébrique des nombres p′ *et* p″, *et entrer dans la table III avec le résultat* p *comme* correction Pagel, *on prend la* latitude de départ *comme argument horizontal. L'angle correspondant est l'*angle de route *initial, qui se compte à partir du* pôle de départ *ou du* pôle opposé, *suivant que la somme algébrique* $p' + p'' = p$ *a le signe* $+$ *ou le signe* $-$. *Nous appelons* pôle de départ *le pôle de l'hémisphère dans lequel se trouve le lieu de départ.*

Si l'on compare, en effet, le triangle de position au triangle sphérique PVA (*fig.* 3), dans lequel V représente le point de départ et A celui d'arrivée, on voit que ce problème de l'angle de route offre l'analogie la plus complète avec le problème d'azimut. En appelant L la latitude de départ et L′ la latitude d'arrivée, on peut donc écrire immédiatement

Fig. 3.



$$\cot g\, V = \cos L \left(\frac{\operatorname{tg} L'}{\sin P} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P}\right), \qquad (5)$$

l'angle P étant la différence ou la somme des longitudes suivant qu'elles sont de même nom ou de noms contraires. La partie de cette relation comprise entre parenthèses, est analogue à l'expression (2) de p et s'obtient au moyen des tables I et II; on a ensuite l'angle de route V par la table III. Les règles de signes relatives à ce problème et inscrites au-dessus de chaque table, se déduisent de l'examen de la formule (5).

PROBLÈME VII.

Déterminer la plus haute latitude par laquelle passera le navire en suivant l'arc de grand cercle qui joint deux points du globe.

Lorsque les points donnés sont situés d'un même côté de l'équateur par des latitudes assez élevées, et que leur différence en longitude est très-considérable, il peut arriver que l'arc de grand cercle traverse les régions polaires. Il est donc intéressant de connaître à l'avance la plus haute latitude que le navire sera obligé d'atteindre en suivant la route orthodromique.

Soit K (*fig.* 3) ce point le plus élevé en latitude; désignons par G_m sa longitude, L_m sa latitude, et par L et G les coordonnées du point de départ V. Le triangle sphérique PVK est rectangle en K et donne par suite la relation

$$\sin L = \text{cotg}\, V \, \text{cotg}\, (G_m - G).$$

Si l'on remplace cotg V par son expression $p \cos L$, p étant la quantité entre parenthèses de l'équation (5), on arrive, toutes réductions faites, à

$$p = \frac{\text{tg}\, L}{\text{cotg}\, (G_m - G)},$$

relation qui permet de trouver $(G_m - G)$ au moyen de la table II. On a ensuite dans le même triangle sphérique rectangle PVK

$$\text{cotg}\, L_m = \text{cotg}\, L \cos (G_m - G),$$

expression calculable par la table III puisque, d'après sa construction même, les nombres inscrits dans la colonne *correction Pagel* sont les cotangentes naturelles des angles de la colonne verticale intitulée 0°. D'où la règle suivante :

Entrer dans la table II avec la latitude de départ L *comme argument vertical, et chercher sur la ligne horizontale correspondante le nombre* p *qui a servi à calculer l'angle de route initial* V; *l'angle au pôle correspondant est le* complément de $(G_m - G)$, différence en longitude *des deux points* V *et* K.

Entrer ensuite dans la table III et chercher dans la colonne verticale intitulée 0° *la* latitude de départ L; *suivre la ligne horizontale correspondante jusqu'à la colonne verticale ayant pour argument la* différence en

longitude $(G_m - G)$; *l'angle obtenu en faisant cadrer ces deux arguments représente la* latitude maxima L_m.

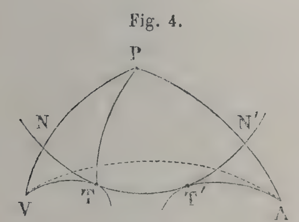
Remarque. — Il n'y a évidemment pas lieu de se préoccuper de la latitude *maxima* du grand cercle si le nombre p est négatif, parce que, l'angle de route se comptant alors du pôle opposé au pôle de départ, on voit que, dans ce cas, le lieu de départ est le point le plus élevé en latitude de la route à suivre.

PROBLÈME VIII.

Déterminer l'angle de route à suivre quand on ne veut pas dépasser un parallèle de latitude donnée.

Lorsqu'on a reconnu, au moyen de la méthode précédente, que la route orthodromique conduit trop près du pôle pour la sécurité de la navigation, on peut agir de la manière suivante : on trace par chacun des deux points de départ et d'arrivée un arc de grand cercle tangent au parallèle qu'on ne veut pas dépasser, et l'on navigue sur la route mixte que ces arcs de grand cercle et de parallèle déterminent.

Fig. 4.



Soit NN' (*fig.* 4) le parallèle dont on ne veut pas dépasser la latitude L″; il s'agit de déterminer la position du point de tangence T du premier arc de grand cercle. Or le triangle sphérique VTP, rectangle en T, donne la relation

$$\operatorname{tg} TP = \operatorname{tg} PV \cos P,$$

en désignant par P l'angle VPT, différence en longitude des deux points V et T. On a donc

$$\operatorname{cotg} L'' = \operatorname{cotg} L \cos P,$$

ce qui donne lieu à la règle suivante :

Entrer dans la table III et chercher dans la colonne verticale intitulée 0° *la* latitude de départ L, *suivre la ligne horizontale correspondante jusqu'à ce qu'on trouve un angle égal à la latitude* L″ *qu'on ne veut pas dépasser; l'argument inscrit en tête de la colonne verticale qui contient cette latitude* L″, *représente la* différence en longitude *entre le point de départ et le premier point de tangence.*

Connaissant la différence en longitude des deux points V *et* T *ainsi que leurs latitudes, on calcule l'angle de route initial* V *comme il est dit au problème VI* (d).

On déterminerait d'une façon analogue la longitude du deuxième point de tangence T′, ou plutôt sa différence en longitude avec le point d'arrivée A ; il suffit, en effet, de remplacer dans l'énoncé de la règle l'argument *latitude de départ* L par la *latitude d'arrivée* L′.

PROBLÈME IX.

Connaissant les positions de deux points du globe, ainsi que l'angle de route initial, calculer leur distance en milles sur l'arc de grand cercle.

Pour déterminer à un instant donné la distance à laquelle on se trouve du point d'arrivée, en naviguant par l'arc de grand cercle, on opère comme il suit :

Entrer dans la table III avec la latitude de départ L *comme argument horizontal, et chercher dans la colonne* correction Pagel *le nombre* m′ *qui correspond à la* différence en longitude P *(exprimée en degrés) ou à son* supplément ; *ce nombre a le signe + ou le signe — suivant que la différence en longitude est* plus petite *ou* plus grande que 90°.

Entrer dans la table II avec la latitude de départ L *comme argument vertical et l'*angle de route *comme argument horizontal (angle au pôle) ; prendre le nombre correspondant* m″, *qui a le signe + ou le signe — selon que l'angle de route est compté du* pôle de départ *ou du* pôle opposé.

Faire la somme algébrique m *des nombres* m′ *et* m″, *et entrer de nouveau dans la table III avec le résultat comme* correction Pagel *et le* complément *de l'angle de route comme argument horizontal. L'angle obtenu en faisant cadrer ces deux éléments, représente la* distance *cherchée ou son* supplément, *suivant que la somme* m *est* positive *ou* négative. *Cette dis-*

(*d*) Dans ce cas particulier on peut calculer l'angle de route V d'une manière plus simple, que nous indiquons à part pour ne pas compliquer les règles déjà établies. En effet, le triangle sphérique rectangle VTP donne la relation

$$\cos PV = \text{cotg}\, V \,\text{cotg}\, P, \qquad \text{d'où} \qquad \text{cotg}\, V = \text{tg}\, P \sin L.$$

Par suite, *entrer dans la table III et chercher dans la colonne verticale intitulée* 0° *le* complément *de la différence en longitude des deux points* V *et* T; *suivre la ligne horizontale correspondante jusqu'à la rencontre de la colonne verticale ayant pour argument la* colatitude de départ; *l'angle obtenu en faisant cadrer ces deux éléments est l'*angle de route initial *cherché*.

tance est exprimée en degrés et dixièmes de degré; pour la réduire en milles, il suffit de la multiplier par 60.

Si l'on appelle, en effet, M la distance en degrés des deux points V et A, on a dans le triangle PAV (*fig.* 3) la relation entre les quatre éléments consécutifs M, V, PV et P :

$$\text{cotg}\, M \cos L - \text{cotg}\, P \sin V = \sin L \cos V,$$

d'où

$$\text{cotg}\, M = \sin V \left(\frac{\text{cotg}\, P}{\cos L} + \frac{\text{tg}\, L}{\text{tg}\, V}\right).$$

Le premier terme de la parenthèse se trouve dans la colonne de la table III intitulée *correction Pagel*, le second terme est donné par la table II. Quant à la distance M, on peut l'obtenir soit par la table III, comme nous l'avons indiqué, soit par la table I; on entre dans cette dernière table avec l'*angle de route* comme argument horizontal, et l'on cherche dans la colonne intitulée *Déclinaison* l'angle φ qui correspond à la somme $(m' + m'')$; la *distance* cherchée est égale à $(90° - \varphi)$ si cette somme est positive, et à $(90° + \varphi)$ dans le cas contraire.

Remarque. — Si l'on veut se rendre compte de l'avantage que l'on a à suivre la route orthodromique, on calculera la longueur d (en milles) de la loxodromie qui joint les deux points donnés, au moyen des formules

$$\text{tg}\, R = \frac{g}{l_c}, \quad d = \frac{l}{\cos R};$$

R est l'angle de route à suivre pour naviguer sur la loxodromie, g est la différence en longitude des deux points considérés, réduite en minutes de degré; l et l_c représentent les différences en latitude et en latitude croissante des mêmes points.

PROBLÈME X.

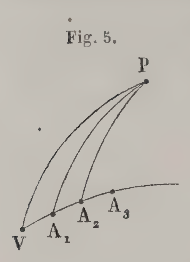
Déterminer les latitudes et longitudes d'un certain nombre de points de l'arc de grand cercle qui joint deux lieux donnés.

Si l'on veut tracer à l'avance sur la carte la route orthodromique à suivre, tracé qui permet de voir si cette route est libre et dans quels parages elle conduit, il faut calculer les latitudes et longitudes d'un certain nombre de points de l'arc de grand cercle qui passe par les lieux de départ et d'arrivée. On marque ensuite ces différents points sur la carte, et on les joint deux à deux par une ligne droite; on rem-

place ainsi l'arc de grand cercle par un polygone loxodromique inscrit, qui s'en rapproche d'autant plus que les points calculés sont plus voisins.

Pour avoir les positions de ces points, il suffit de déterminer par quelle latitude l'arc de grand cercle coupe un méridien donné, formant avec le méridien de départ un angle connu et croissant de 10° en 10° par exemple. Soit A_1 (*fig.* 5) le premier point à déterminer; désignons par L_1 sa latitude et par P_1 sa différence en longitude VPA_1 avec le point de départ V. Nous supposerons qu'on a commencé par calculer l'angle de route initial V au moyen des latitudes de départ et d'arrivée, L et L'. En considérant A_1 comme point d'arrivée, la formule (5) permet d'écrire

Fig. 5.



$$\operatorname{cotg} V = \cos L \left(\frac{\operatorname{tg} L_1}{\sin P_1} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P_1} \right).$$

Si l'on désigne par p le nombre qui a servi à calculer l'angle V, on sait que $\operatorname{cotg} V = p \cos L$; on a donc

$$p = \frac{\operatorname{tg} L_1}{\sin P_1} - \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P_1},$$

ce que l'on peut écrire

$$\frac{\operatorname{tg} L_1}{\sin P_1} = p + \frac{\operatorname{tg} L}{\operatorname{tg} P_1}.$$

D'où l'on conclut la règle suivante :

Entrer dans la table II avec la latitude de départ L *comme argument vertical et la* différence en longitude P_1 *du point cherché avec le point de départ comme argument horizontal; donner au nombre ainsi obtenu* p_1 *le signe + ou le signe — suivant que* P_1 *est* plus petit *ou* plus grand que 90°.

Faire la somme algébrique de ce nombre p_1 *et du nombre* p *qui a servi précédemment à calculer l'angle de route initial* V (*problème VI*).

Entrer dans la table I avec la différence en longitude P_1 *comme argument horizontal, et chercher dans la colonne intitulée* Déclinaison *l'angle qui correspond à cette somme* $(p + p_1)$; *cet angle représente la* latitude *du point* A_1.

On déterminerait d'une façon analogue les positions de plusieurs autres points A_2, A_3, ...

APPLICATIONS NUMÉRIQUES.

Exemple I. (*Problème I*, page 31).

Le 10 avril 1876, vers 9^h du mat., étant par { latit. estimée 20°34′ Nord, longit. estimée 55°18′ Ouest, on a observé la hauteur ☉ = 44°26′00″, heure correspondante du chronomètre $7^h29^m15^s$. Le ciel s'étant couvert, on n'a pu prendre la hauteur méridienne; mais à 1^h de l'après-midi environ, on a observé : haut ☉ = 70°28′20″, heure du chronomètre $11^h32^m01^s$. Dans l'intervalle des observations on a fait 27 milles au S 22° E du monde; l'erreur instrumentale est nulle, et la hauteur de l'œil de 4 mètres. On demande le point pour l'instant de la seconde observation.

État (retard) du chronomètre sur Paris $5^h12^m38^s$, marche négligeable.

Heures de Paris.

1re h. chron.	$7^h29^m15^s$
état (retard)	5 12 38
1re H. M. de Paris	0 41 53 le 10 avril.
2e h. chron.	$11^h32^m01^s$
état (retard)	5 12 38
2e H. M. de Paris	4 44 39

Déclinaison.

Le 10 avril à 0^h	+ 8° 10′ 53″ B
(en 1^h, + 55″,2)	+ 00 38
1re D =	8 11 31 B
	+ 03 42
2e D =	8 15 13 B

Équation du temps.

Le 10 avril à 0^h	+ $0^h01^m11^s$,5
(en 1^h, — 0^s,68)	— 00 ,5
1re E =	+ 0 01 11 ,0
	— 02 ,8
2e E =	+ 0 01 08 ,2

Point estimé.

27,0 au S 22° E

l = 25,0 Sud e = 10,1

g = 10,7 Est

1re hauteur ☉ =	44° 26′ 00″	
correction	+ 11 30	
H =	44 37 30	
L =	20 34 00	colog cos 0,02860
Δ =	81 48 30	colog sin 0,00445
2S =	147 00 00	
S =	73 30 00	log cos $\bar{1}$,45334
S — H =	28 52 30	log sin $\bar{1}$,68386
		$\bar{1}$,17025
		$\bar{1}$,58512
		22° 37′ 30″

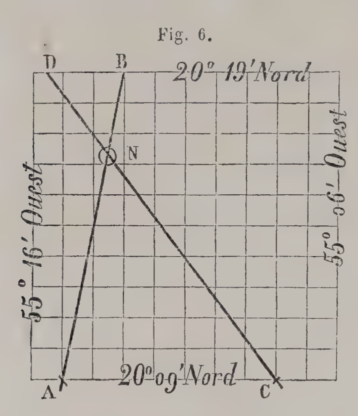
2e hauteur ☉ =	70° 28′ 20″	
	+ 12 10	
H =	70 40 30	
L =	20 09 00	colog cos 0,02743
Δ =	81 44 50	colog sin 0,00452
2S =	172 34 20	
S =	86 17 10	log cos $\bar{2}$,81140
S — H =	15 36 40	log sin $\bar{1}$,42992
		$\bar{2}$,27327
		$\bar{1}$,13663
		7° 52′ 22″

H. V. du lieu =	$20^h59^m00^s$	p' = — 0′,20 (tabl. I)
Équat. du temps =	0 01 11	p'' = + 0 ,37 (tabl. II)
H. M. du lieu =	21 00 11	p = + 0 ,17
1re H. M. de Paris =	0 41 53	
1re longitude =	3 41 42	= 55° 25′ 30″ Ouest
Changement en longitude g =	10 40	Est
1re longitude ramenée =	55 14 50	Ouest

H. V. du lieu =	$1^h02^m59^s$	p' = + 0′,53 (tabl. I)
Équat. du temps =	0 01 08	p'' = — 1 ,30 (tabl. II)
H. M. du lieu =	1 04 07	p = — 0 ,77
2e H. M. de Paris =	4 44 39	
2e longitude =	3 40 32	= 55°08′ Ouest

Avec chacune des deux hauteurs on a fait un calcul d'angle horaire, et l'on a déterminé pour chacun d'eux les corrections Pagel p au moyen des tables I et II, d'après la règle donnée au problème I. On peut alors tracer sur une feuille de papier quadrillé (*fig.* 6) les droites de hauteur relatives à chaque observation. On devra remarquer que, le navire s'étant déplacé dans l'intervalle, la première droite a été transportée parallèlement à elle-même d'une quantité égale au chemin estimé. Au lieu de passer par le point

Fig. 6.



dont les coordonnées sont $\left\{ \begin{array}{l} L_1 = 20°34' \textit{ Nord}, \\ G_1 = 55°25'30'' \textit{ Ouest}, \end{array} \right.$ elle passe par un point A ayant pour latitude $L_1 + l = 20°09'$ *Nord* et pour longitude $G_1 + g = 55°14'50''$ *Ouest*. A partir de ce point A comptons 10 divisions dans le sens vertical et 1,7 sur la *droite*, puisque, d'après le signe de p, la latitude augmentant, le second point doit être pris dans l'*Est* du premier; la droite AB représente la première droite de hauteur *ramenée* à l'instant de la deuxième observation. On trace la seconde droite CD d'une façon analogue, et le point N d'intersection donne la position du navire à 1^h de l'après-midi. On a ainsi

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 20°16'20'' \text{ Nord}, \\ G = 55°13'30'' \text{ Ouest}. \end{array} \right.$$

Exemple II. (*Problème I*, page 33.)

Le 2 janv. 1876, vers 8^h50^m du soir, étant par $\left\{ \begin{array}{l} \text{latit. estimée } 12°40' \text{ Nord}, \\ \text{longit. estimée } 44°21' \text{ Est}, \end{array} \right.$ on a observé successivement :

dans l'Ouest.	haut. ☾.	22°13′ 40″	heure du chron.	$11^h35^m25^s$
dans l'Ouest.	haut. *Achernar*.	14 53 00	d°	11 36 38
dans l'Est. . .	haut. *Sirius*. . .	37 16 00	d°	11 38 15

On demande la position exacte du navire.

État (retard) du chron. $6^h18^m52^s$. — Élévation de l'œil 4 mètres. — Le déplacement du navire dans l'intervalle des observations est négligeable.

Calcul des heures sidérales de Paris correspondant aux observations.

1re heure chron.	11h35m25s	On a retranché 12h à la somme pour faire concorder le résultat avec l'heure approchée de Paris fournie par la longitude estimée.
État (retard)	6 18 52	
1re H. M. de Paris	5 54 17	
T. S. pour l'observat.	18 46 51	
1re H. S. de Paris	0 41 08	
de 1re à 2e observation	0 01 13	
2e H. S. de Paris	0 42 21	
de 2e à 3e observation	0 01 37	
3e H. S. de Paris	0 43 58	

Le 2 janvier à 0h, temps sidéral 18h45m53s,1
correction pour H. M. de Paris { + 00 49 ,3 / + 00 08 ,9
T. S. pour l'observation 18 46 51 ,3

Éléments de la Lune.

paral. horiz. 56′29″,8
table XI (Callet) — 00 ,5 demi-diam. hor. 15′25″
paral. du lieu 56′29″,3

Le 2 janvier à 6h de Paris Æ☾ = 23h20m38s,9 +1s,9 / 5 ,7
correction pour 5m,7 — 10 ,8 133 / 95
pour l'observation Æ☾ = 23 20 28 ,1 10,83

D☾ = 5°32′47″ A +15″,1 / 5 ,7
correction pour 5m,7 + 01 26 1057 / 755
pour l'observation D☾ = 5°34′13″ A 86,07

Lune.

hauteur observée ☾ 22°13′40″
dépression apparente — 03 30
hauteur apparente ☾ 22 10 10
(paral. — réfract.) + 49 55
demi-diamètre + 15 25

H = 23 15 30
L = 12 40 00 colog cos 0,01070
Δ = 95 34 10 colog sin 0,00206
2S = 131 29 40
S = 65 44 50 log cos $\bar{1}$,61359
S — H = 42 29 20 log sin $\bar{1}$,82959
$\bar{1}$,45594
$\bar{1}$,72797
32°18′43″

Æ☾ = 4h18m30s p′ = — 0′,11 (tabl. I)
Æ☾ = 23 20 28 p″ = — 0 ,11 (tabl. II)
H. S. du lieu = 3 38 58
1re H. S. de Paris = 0 41 08 p = — 0 ,22
Longitude = 2 57 50 = 44°27′30″ Est

Achernar { D = 57°52′15″ A / Æ = 1h33m06s,9

hauteur ✳ 14°53′00″
— 07 10
H = 14 45 50
L = 12 40 00 colog cos 0,01070
Δ = 147 52 10 colog sin 0,27421
2S = 175 18 00
S = 87 39 00 log cos $\bar{2}$,61282
S — H = 72 53 10 log sin $\bar{1}$,98033
$\bar{2}$,87806
$\bar{1}$,43903
15°57′02″

Æ ✳ = 2h07m36s p′ = — 3′,01 (tabl. I)
Æ ✳ = 1 33 07 p″ = — 0 ,36 (tabl. II)
H. S. du lieu = 3 40 43
2e H. S. de Paris = 0 42 21 p = — 3 ,37
Longitude = 2 58 22 = 44°35′30″ Est

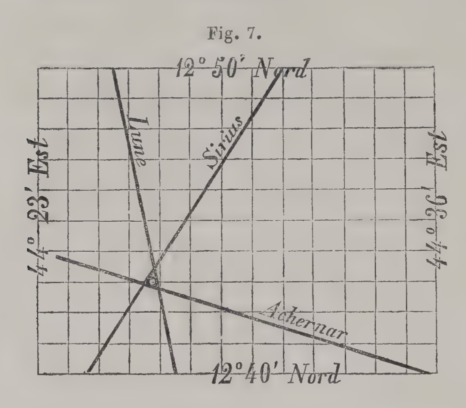
Sirius { D = 16°32′44″ A / Æ = 6h39m42s,3

hauteur ✳ 37°16′00″
— 05 00
H = 37 11 00
L = 12 40 00 colog cos 0,01070
Δ = 106 32 40 colog sin 0,01836
2S = 156 23 40
S = 78 11 50 log cos $\bar{1}$,31079
S — H = 41 00 50 log sin $\bar{1}$,81706
$\bar{1}$,15691
$\bar{1}$,57846
22°15′45″
2h58m06s

Æ ✳ = 21h01m54s p′ = + 0′,42 (tabl. I)
Æ ✳ = 6 39 42 p″ = + 0 ,23 (tabl. II)
H. S. du lieu = 3 41 36
3e H. S. de Paris = 0 43 58 p = + 0 ,65
Longitude = 2 57 38 = 44°24′30″ Est

On commence par calculer les heures sidérales de Paris relatives à chaque observation; puis on fait un calcul d'angle horaire avec chaque hauteur, en employant la latitude estimée 12°40′, et l'on en conclut trois heures sidérales du lieu; d'où trois longitudes. Cette façon d'opérer est un peu plus rapide que celle qui consiste à transformer séparément en heure moyenne chaque heure sidérale du lieu obtenue par le calcul. On détermine ensuite, au moyen des tables I et II, les corrections Pagel p relatives à chaque observation. Prenant alors une feuille de papier quadrillé (*fig.* 7), on trace les droites de hauteur des différents astres observés, comme dans l'exemple précédent. Ces lignes, en se coupant deux à deux, forment un petit triangle à l'intérieur duquel se trouvait le navire au moment de l'observation, et l'on a ainsi pour position à 8h 50m du soir :

Fig. 7.



$$\begin{cases} L = 12°43'00'' \text{ Nord}, \\ G = 44°26'40'' \text{ Est}. \end{cases}$$

La *Polaire* aurait fourni une vérification commode et rapide de cette latitude; mais le ciel étant couvert de ce côté, il a été impossible de l'observer.

On voit par cet exemple le parti qu'on peut tirer des observations de nuit, ainsi que la disposition à suivre dans les calculs. Chaque hauteur observée donne lieu à un simple calcul d'angle horaire, et fournit une ligne de position pour le navire; on pourrait donc en tracer un nombre illimité. Dans la pratique il est bon d'en avoir au moins *trois*, pour juger quel degré de confiance on doit accorder au résultat. On observe pour cela trois astres dont les relèvements au compas diffèrent entre eux deux à deux, de 40° à 70° environ, ou de 110° à 130°, de telle sorte que les droites obtenues se coupent dans de bonnes conditions; en définitive, on doit chercher autant que possible à se rapprocher du triangle équilatéral. Dès que les observations sont terminées, il faut avoir soin de relever au compas les astres choisis; dans le cas où l'état

du ciel empêche de voir les constellations, cette précaution permet de s'assurer ensuite si l'étoile observée est bien celle que l'on a présumée (voir problème III et exemple III) ; ce relèvement ne sera jamais inutile d'ailleurs, même comme simple contrôle du calcul.

La durée de l'observation s'élevant à peine à quelques minutes, il n'y a généralement pas lieu de tenir compte du chemin parcouru dans l'intervalle. Pourtant si la vitesse du navire était considérable, on *ramènerait*, au moyen de l'estime, toutes les droites au moment de l'une quelconque d'entre elles, comme nous l'avons fait dans l'exemple I.

Exemple III (*problème III*, page 35).

Le 2 janv. 1876, vers $8^h 53^m$ du soir, étant par { latit. estimée 12°40′ Nord, longit. estimée 44°21′ Est, } on a observé 52° 30′ pour la hauteur d'une étoile dont le relèvement vrai était le N 25° E du monde. On demande le nom de cette étoile.

On entre dans la table I avec la hauteur 52° 30′ comme argument vertical (*Déclinaison*) et l'azimut vrai 25° comme argument horizontal, et l'on obtient ainsi le nombre $z' = + 3',08$. On prend ensuite dans la table II, avec la latitude 12° 40′ et l'azimut 25°, le nombre $z'' = -0',49$ qui a le signe —, parce que l'azimut est compté du pôle élevé. La somme algébrique $(z' + z'')$ donne $z = + 2',59$, nombre avec lequel on entre comme correction Pagel dans la table III, la latitude servant d'argument horizontal. On trouve ainsi pour angle au pôle de l'étoile 21°,5 puisque z a le signe +, soit $1^h 26^m$.

L'astre étant dans l'Est, son angle horaire est égal à $(24^h - P)$, c'est-à-dire à $22^h 34^m$; or, au même instant l'heure sidérale du bord est donnée par la somme suivante (formule de la page 34) :

	Heure vraie astronomique du bord	$8^h 53^m$	
	Équation du temps (avec son signe)	+ 04	(*C. des T.*, page 14)
	Temps sidéral correspondant. . . .	18 47	(*C. des T.*, page 15)
	Heure sidérale du bord.	27 44	
De H. S. on retranche :	Angle horaire de l'astre.	22 34	
On a ainsi pour :	Ascension droite de l'astre.	$5^h 10^m$	à quelques min. près.

En parcourant alors le catalogue de la *Connaissance des temps*, on trouve deux étoiles brillantes auxquelles cette ascension droite peut

convenir, la *Chèvre* ($5^h 07^m$) et *Rigel* ($5^h 08^m$); mais ce dernier astre a une déclinaison australe de 8°, et il eût été impossible de le relever au N 25° E du monde, le navire se trouvant dans l'hémisphère Nord. La déclinaison de l'autre étoile étant de 46° boréale au contraire, il y a toute probabilité que l'astre inconnu soit la *Chèvre* (α du *Cocher*).

Comme vérification, du reste, on peut calculer directement la déclinaison de cette étoile inconnue, en renversant la marche indiquée dans le problème I. Au moyen de l'azimut 25° et de la latitude 12°40′, on trouve (table III) $p = -2',20$; avec l'angle au pôle $1^h 26^m$ calculé plus haut et la latitude, on prend (table II) $p'' = +0',57$; d'où l'on déduit $p' = p - p'' = -2',77$. Avec ce dernier nombre et l'angle au pôle $1^h 26^m$, on entre dans la table I, et l'on obtient pour déclinaison 45° $\frac{1}{2}$ environ, déclinaison qui est de même nom que la latitude, c'est-à-dire boréale, puisque p' a le signe —, et que l'astre est dans l'Est. Cette déclinaison est précisément celle de la *Chèvre*.

Remarque. — Si l'astre observé a l'éclat d'une étoile de première grandeur, il ne faut pas oublier de consulter aussi les éphémérides des planètes *Vénus*, *Mars*, *Jupiter* et *Saturne*. Dans l'exemple actuel, l'ascension droite obtenue ($5^h 10^m$) ne s'applique à aucune d'elles pour la date considérée (2 janvier 1876).

Exemple IV (*problème II*, page 34).

Le 7 mai 1876, étant par 37°30′ de latitude Nord et 12° de longitude Ouest, on a relevé le soleil au S 63° E du compas vers $8^h 15^m$ du matin; au moment de l'observation le compteur marquait $5^h 08^m$, et son état (retard) sur Paris était de $3^h 54^m 20^s$. On demande la variation du compas.

La première opération à faire consiste à calculer l'heure vraie du bord pour le moment de l'observation, au moyen de la formule donnée page 35 :

Heure notée sur le compteur.	$5^h 08^m,0$	
État absolu (retard) sur Paris. . . .	3 54 ,3	
Équation du temps (avec son signe).	+ 03 ,6	(*Conn. des T.*, page 23)
Longitude Ouest (réduite en temps).	—0 48 ,0	
Heure vraie du bord.	8 17 ,9	soit $8^h 18^m$ du matin

De cette heure on conclut l'angle au pôle $P = 3^h 42^m$, puisque le

soleil est dans l'Est du méridien ; d'autre part, la déclinaison du soleil prise à vue dans la *Connaissance des temps* est de 16° 56′ boréale : on a ainsi tous les éléments nécessaires pour le calcul d'azimut.

Avec D = 17°00′B et P = 3^h42^m, on prend (table I).	$p' = -0',37$
Avec L = 37°30′N et P = 3^h42^m, on prend (table II).	$p'' = +0',53$
La somme algébrique de ces deux nombres donne.	$p = +0',16$

On entre alors dans la table III avec ce nombre + 0′,16 comme correction Pagel et la latitude du navire 37° 30′ N, et l'on trouve ainsi pour l'azimut vrai du soleil S 82°,8 E. La variation du compas est donc de 19°,8 soit 20° NO.

Le calcul logarithmique au moyen de la formule (1) donne pour azimut exact 82° 53′.

Exemple V (*problème II*, page 34).

Le 13 mars 1876, étant par 25°15′ de latitude Sud et 99° 30′ de longitude Est, on a relevé la lune au S 83° O du compas à $5^h 48^m$ du matin, heure vraie du bord. On demande la variation du compas.

Avec la longitude réduite en temps (99° 30′ = $6^h 38^m$) et l'équation du temps prise à vue (+ 10^m), on calcule l'heure moyenne approchée de Paris pour l'instant de l'observation ; ce qui donne $11^h 20^m$ du soir environ, le 12 mars astronomique. On prend alors dans la *Connaissance des temps* les éléments de la lune relatifs à cette heure et à cette date, soit

Æ ☾ = $13^h 32^m$, D ☾ = 12° 11′ australe.

Pour avoir maintenant l'angle au pôle de l'astre, on fait la somme algébrique suivante :

(Formule de la page 34).	Heure vraie astronomique du bord. .	$17^h 48^m 00^s$	
	Équation du temps (avec son signe).	+ 09 30	(*C. des T.*, page 18)
	Temps sidéral à midi moyen.	23 21 52	(*C. des T.*, page 19)
	Correction pour l'heure de Paris. . .	+ 01 52	(*C. des T.*, page 661)
	Heure sidérale du bord.	17 21 14	
On retranche de cette heure :	Æ ☾	13 32 00	
Ce qui donne :	Angle horaire ☾	3 49 14	

L'angle horaire étant plus petit que 12^h, la lune est dans l'Ouest du méridien, et son angle au pôle est de $3^h 49^m$. On peut alors effectuer le calcul d'azimut :

Avec $D = 12°11'$ A et $P = 3^h 49^m$, on prend (table I).	$p' = +0',26$
Avec $L = 25°15'$ S et $P = 3^h 49^m$, on prend (table II).	$p'' = -0',30$
La somme algébrique de ces deux nombres donne.	$p = -0',04$

On entre enfin dans la table III avec ce nombre $-0',04$ comme correction Pagel et la latitude du navire 25° 15′ Sud, et l'on obtient pour azimut vrai de la lune N 87°,9 O. La variation du compas est donc de 9° NE.

Le calcul logarithmique au moyen de l'équation (1) donne pour azimut exact 87° 38′.

Exemple VI (*problème IV*, page 37).

Le 25 février 1876, étant par 45° 20′ de latitude Nord et 140° de longitude Est, on demande quelle sera la hauteur de *Régulus* à $8^h 32^m$ du soir, temps moyen du lieu.

La *Connaissance des temps* donne pour *Régulus* les éléments suivants :

$$Æ \ast = 10^h 02^m, \qquad D \ast = 12° 34' \text{ boréale.}$$

Il s'agit tout d'abord de calculer l'angle au pôle de l'astre :

	Heure moyenne du lieu.	$8^h 32^m$
	Temps sidéral correspondant.	22 18
	Heure sidérale du lieu.	30 50
On retranche de cette heure	Æ$\ast$	10 02
et l'on a :	Angle horaire de *Régulus*. .	20 48

L'angle horaire étant plus grand que 12^h, *Régulus* se trouve dans l'Est du méridien, et son angle au pôle est égal à $3^h 12^m$. Avec cet élément on peut calculer l'azimut vrai de l'astre, que l'on trouve être le S 67° E.

On cherche alors dans la table III la correction Pagel correspondant à une latitude de 45° 20′ et à un angle de 48° (angle au pôle de *Ré-*

gulus); on trouve ainsi $h' = +1',27$ avec le signe $+$, parce que l'angle au pôle est *plus petit que* 90°. On entre ensuite dans la table II avec la latitude 45° 20′ et l'azimut 67° comme arguments, et l'on obtient le nombre $h'' = -0',43$ avec le signe $-$, parce que l'azimut est compté du pôle *abaissé*. La somme algébrique $(h' + h'')$ donne $h = +0',84$. On cherche enfin ce dernier nombre dans la table I avec l'azimut 67° comme argument horizontal, et l'on voit dans la colonne intitulée *Déclinaison* que l'angle correspondant au nombre 0′,84 est de 37° $\frac{2}{3}$ environ. La hauteur de *Régulus* est donc de 37° 40′ *au-dessus* de l'horizon, parce que h est un nombre *positif*.

La hauteur exacte calculée par logarithmes est de 37° 52′.

Exemple VII (*problème V*, page 38).

Calculer l'heure moyenne du coucher apparent du bord supérieur du soleil le 12 juillet 1876, pour une latitude de 46° Nord.

La *Connaissance des temps* donne les éléments suivants, qu'il suffit de prendre à vue :

$$D \odot = 21° 54' \text{ boréale}, \qquad \text{équation du temps} = +5^{min},3.$$

On entre alors dans la table II avec 46° comme latitude et la distance polaire 68°,1 comme angle au pôle, et l'on trouve le nombre $p_0 = 0',42$. Dans le tableau de la page 39, ce nombre correspond à $7^h 39^m$ environ, qui représente ainsi l'heure vraie du coucher vrai du centre du soleil. Pour avoir maintenant l'heure moyenne du coucher apparent du bord supérieur, il faut faire la somme suivante :

Heure vraie du coucher du centre.	$7^h 39^m,0$
Correction (tableau de la page 40).	+06 ,3
Équation du temps (avec son signe).	+05 ,3
Heure moyenne du coucher apparent du bord supérieur.	7 50 ,6

Le calcul rigoureux par la formule habituelle d'angle horaire donnerait $7^h 50^m 02^s$; on voit donc que l'erreur n'atteint pas une minute. Du reste, toutes les fois qu'on fera l'interpolation avec soin en calculant p_0, on pourra compter sur une approximation d'une à deux minutes de temps.

Exemple VIII (*problème VI*, page 41).

Déterminer l'angle de route initial à suivre pour se rendre de Valparaiso à la pointe d'Akaroa de la presqu'île de Banks (Nouvelle-Zélande) en suivant l'arc de grand cercle.

Les positions géographiques des deux lieux considérés sont :

Valparaiso (point de départ). . .	L = 33°02′ Sud	G = 74°03′ Ouest.
Akaroa (point d'arrivée).	L′ = 43°51′ Sud	G′ = 170°45′ Est.
	Différence en longitude.	P = 115°12′

Avec ces éléments le calcul de l'angle de route s'effectue de la manière suivante :

Avec L′ = 43°51′ Sud et P = 115°12′ on prend (table I). . .	$p' = +1',06$
Avec L = 33°02′ Sud et P = 115°12′ on prend (table II). . .	$p'' = +0',31$
La somme algébrique de ces deux nombres donne.	$p = +1',37$

Avec L = 33° Sud et $p = +1',37$ on trouve (table III) comme angle de route V = S 41°,1 O.

Exemple IX (*problème IX*, page 44).

Calculer la distance en milles à parcourir en suivant l'arc de grand cercle de l'exemple précédent.

L'angle de route initial pour cet arc de grand cercle est S 41° O.

Avec L = 33°02′ Sud et le supplément de P = 64°48′, on trouve (table III).	$m' = -0',56$
Avec L = 33°02′ Sud et l'angle de route V = 41°0′, on trouve (table II). . .	$m'' = +0',74$
La somme algébrique de ces deux nombres donne..	$m = +0',18$

Avec ce nombre + 0′,18, comme correction Pagel, et le complément 49° de l'angle de route comme latitude, la table III donne l'angle 83°,2 qui représente la distance cherchée ; en la multipliant par 60, on obtient 4992 milles, à 10 ou 15 milles près.

Dans cet exemple il y a grand avantage à suivre l'arc de grand cercle, qui abrége le chemin à parcourir de près d'un dixième ; la distance des deux mêmes points en suivant la loxodromie serait, en effet, de 5435 milles environ.

Exemple X (*problème VII*, page 42).

En suivant l'arc de grand cercle de l'exemple VIII, par quelle latitude maxima le navire sera-t-il entraîné?

On entre dans la table II avec la latitude de départ 33° 02′, et l'on cherche sur la même ligne horizontale le nombre 1′,37 qui a servi à calculer l'angle de route initial (exemple VIII); on obtient ainsi pour angle au pôle correspondant 25°,3 dont le complément 64°,7 représente la différence en longitude (G_m — G) entre le point de départ et le point de latitude maxima.

On entre alors dans la table III et l'on cherche dans la colonne verticale intitulée 0° la latitude de départ 33° 02′; on suit la ligne horizontale correspondante jusqu'à la colonne verticale ayant pour argument la différence en longitude 64°,7. L'angle obtenu en faisant cadrer est la latitude maxima 56°,6 (*e*).

Exemple XI (*problème VIII*, page 43).

Déterminer l'angle de route initial à suivre pour se rendre de Valparaiso à la presqu'île de Banks sans dépasser le parallèle de 45°.

On entre dans la table III et l'on cherche dans la colonne verticale intitulée 0° la latitude de départ 33° 02′; on suit la ligne horizontale correspondante jusqu'à ce qu'on trouve un angle égal à la latitude de 45° qu'on ne veut pas dépasser. En faisant l'interpolation à vue, on voit que l'argument vertical correspondant est 49°,5 qui exprime la différence de longitude entre Valparaiso et le premier point de tangence.

Connaissant la différence de longitude entre ces deux points ainsi

---

(*e*) Les trois exemples qui précèdent, ainsi que l'exemple XII, sont extraits du *Cours de navigation* de M. Dubois, qui obtient par logarithmes :

angle de route initial, 41°,0; distance orthodromique, 4985 milles; latitude maxima, 56° 34′.

En comparant ces résultats aux nombres fournis par nos tables, on voit qu'elles donnent une exactitude bien suffisante pour la navigation.

que leurs latitudes, on calcule l'angle de route initial comme dans l'exemple VIII :

Avec $L'' = 45°$ Sud et $P = 49°,5$ on prend (table I). . . .	$p' = +1',32$
Avec $L = 33°02'$ Sud et $P = 49°,5$ on prend (table II). . . .	$p'' = -0',55$
La somme algébrique de ces deux nombres donne.	$p = +0',77$

Avec $L = 33°02'$ Sud et $p = +0',77$, on trouve (table III) comme angle de route $V = S\ 57°,1\ O$.

Remarque. — Si, dans ce cas, on calcule, comme il est indiqué (problème IX et exemple IX), la distance entre Valparaiso et le premier point de tangence, on trouve 2370 milles ; de même la distance d'Akaroa au second point de tangence est de 690 milles, la différence en longitude de ces deux lieux étant de 16° environ. Il reste donc à parcourir sur le parallèle de 45° un arc de 49°,7 qui représente 2110 milles à cette latitude. La longueur totale du trajet serait, par suite, de 5170 milles; cette route mixte offre encore un avantage de près de 270 milles sur la route loxodromique, sans entraîner le navire par une latitude beaucoup plus élevée que celle du point d'arrivée.

Exemple XII (*problème X*, page 45).

Déterminer les latitudes et longitudes d'un certain nombre de points de l'arc de grand cercle qui passe par Valparaiso et Akaroa.

On supposera que les méridiens des points à déterminer forment avec le méridien de départ (Valparaiso) des angles croissant de 10° en 10°. Le nombre p qui a servi à calculer l'angle de route initial pour cet arc de grand cercle est $p = +1',37$. (Voir l'exemple VIII, page 56.)

Ceci posé, on entre dans la table II avec la latitude de départ 33° 02′ comme argument vertical et les différences en longitude successives 10°, 20°, 30°, ..., 110°, comme angles au pôle; on obtient ainsi une série de nombres $p_1, p_2, p_3, \ldots\ldots, p_{11}$, qui ont le signe + tant que la différence en longitude est inférieure à 90°. A chacun de ces nombres on ajoute le nombre p avec son signe, et l'on a une série de sommes $(p_1 + p)$, $(p_2 + p)$, ..., $(p_{11} + p)$. Avec chacune de ces sommes et les différences en longitude correspondantes on entre dans la table I, et l'on trouve dans la colonne intitulée *Déclinaison* les latitudes des points cherchés.

Pour la rapidité des opérations, il est bon de disposer les calculs sous forme de tableau de la façon suivante :

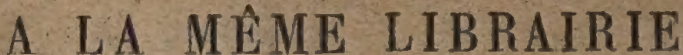
					Valeurs exactes.
$G_1 - G = 10°$	$p_1 = +3',69$	$+1',37$	$p_1 + p = +5',06$	$L_1 = 41°,3$	41°16′
$G_2 - G = 20°$	$p_2 = +1',78$		$p_2 + p = +3',15$	$L_2 = 47°,1$	47°10′
$G_3 - G = 30°$	$p_3 = +1',12$		$p_3 + p = +2',49$	$L_3 = 51°,2$	51°16′
$G_4 - G = 40°$	$p_4 = +0',77$		$p_4 + p = +2',14$	$L_4 = 54°,0$	54°01′
$G_5 - G = 50°$	$p_5 = +0',54$		$p_5 + p = +1',91$	$L_5 = 55°,6$	55°42′
$G_6 - G = 60°$	$p_6 = +0',37$		$p_6 + p = +1',74$	$L_6 = 56°,4$	56°29′
$G_7 - G = 70°$	$p_7 = +0',24$		$p_7 + p = +1',61$	$L_7 = 56°,5$	56°27′
$G_8 - G = 80°$	$p_8 = +0',11$		$p_8 + p = +1',48$	$L_8 = 55°,5$	55°35′
$G_9 - G = 90°$	$p_9 = +0',00$		$p_9 + p = +1',37$	$L_9 = 53°,8$	53°50′
$G_{10} - G = 100°$	$p_{10} = -0',11$		$p_{10} + p = +1',26$	$L_{10} = 51°,2$	50°59′
$G_{11} - G = 110°$	$p_{11} = -0',24$		$p_{11} + p = +1',13$	$L_{11} = 46°,8$	46°45′

La dernière colonne à droite contient les valeurs exactes des latitudes L_1, L_2, L_3, ..., calculées par logarithmes (ces résultats sont extraits du *Cours de Navigation* de M. Dubois). On peut juger ainsi de l'exactitude obtenue : les différences avec les résultats fournis par nos tables sont insignifiantes et seraient à peine sensibles sur la carte, eu égard à l'échelle des routiers sur lesquels on trace les routes par arc de grand cercle.

FIN.

Paris. — Imprimerie Arnous de Rivière et Cie, rue Racine, 26.

t à une heure quelconque de la montre d'habitacle,
nt de corriger la route du navire à tout instant de la



A LA MÊME LIBRAIRIE

DUBOIS, examinateur de la marine. — **DE LA DÉVIATION DES COMPAS A BORD DES NAVIRES** et du moyen de l'obtenir à l'aide du **COMPAS DE DÉVIATION**. Brochure grand in-8 avec de nombreuses figures. 3 fr.

ARNAULT, lieutenant de vaisseau. —. **ÉLÉMENTS DE TRIGONOMÉTRIE** à l'usage de la marine. 1 vol. in-8, accompagné de nombreuses figures dans le texte. 3 fr.

BOURGOIS, contre-amiral. — **DES MOUVEMENTS DE L'ATMOSPHÈRE**, des vents dans les régions tempérées et tropicales de l'océan Atlantique, de l'équilibre et du mouvement de l'atmosphère. Brochure in-8 avec planche. 3 fr. 50 c.

HILLERET, lieutenant de vaisseau. — **ÉTUDE SUR LES COURBES DE HAUTEUR**, et sur le procédé pratique consistant à les remplacer par des *droites de hauteur;* application à la détermination du *point observé à la mer;* étude géométrique du problème des courants. In-8 avec 4 pl. 3 fr.

FOURNIER, lieutenant de vaisseau. — **DÉVIATIONS DES COMPAS**, exposé théorique et pratique d'une méthode nouvelle pour déterminer rapidement, à la mer, dans toutes les circonstances de navigation, les déviations de l'aiguille aimantée du compas-étalon. L'ouvrage est terminé par un aide-mémoire pour servir à l'application des trois problèmes usuels de la régularisation du compas et qui sont à la portée de tous les marins. 1 vol. in-8, accompagné de 45 figures dans le texte et d'une planche en plusieurs couleurs. 6 fr.

HAVET, dispacheur. — **GUIDE PRATIQUE DES CAPITAINES EN CAS D'AVARIES**, deuxième édition, revue et mise au courant des conditions nouvelles, approuvée par les compagnies d'assurances maritimes. In-8. 2 fr.

ROUX, capitaine de frégate. — **GUIDE DES OURAGANS ET DES TEMPÊTES**. Description des ouragans. Manière de reconnaître sa position, et de manœuvrer quand on est surpris par un cyclone. Signes atmosphériques et célestes précurseurs des ouragans, cyclones et typhons. Revue anecdotique des plus violents ouragans. Ouragans dans les hautes latitudes. *Deuxième édition*, revue et augmentée. In-8, avec 13 grandes planches. 5 fr.

CONSEIL, capitaine de port à Dunkerque. — **GUIDE PRATIQUE DE SAUVETAGE** à l'usage des marins. 1 vol. grand in-8, accompagné de figures dans le texte. 6 fr. 50 c.

DU TEMPLE, capitaine de frégate, directeur de l'école des mécaniciens, à Brest. — **COURS COMPLET DE MACHINES A VAPEUR**, *appareils employés pour la navigation*, ouvrage rédigé suivant le dernier programme officiel pour les différents grades des mécaniciens de la marine, 2e *édition*, refondue et considérablement augmentée. Un très-fort vol. in-8, suivi d'une table alphabétique de toutes les matières, avec renvoi aux numéros où elles sont traitées, et accompagné d'un atlas renfermant 27 planches gravées sur acier, ayant chacune sa légende explicative. 17 fr.

MACHINES A VAPEUR MARINES ET LES PROPULSEURS (Étude sur les). Rapports adressés à S. Exc. M. le Ministre de la Marine, par MM. Bonnefoy, Hubac, Joublin, Morel, Mouche et Postec, mécaniciens principaux de la marine. 1 beau vol. in-8, accompagné de 36 gr. pl. gravées. 11 fr. 50 c.

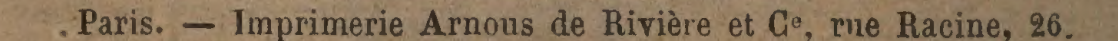
Combustibles divers. — Chaudières et accessoires. — Régulateurs. — Alimentation. — Pompes. — Prises d'eau. — Tiroirs. — Fumivores. — Machines à 2 et 3 cylindres. — Machines pour embarcations. — Détails et accessoires divers. — Propulseurs.

MINISTÈRE DE LA MARINE. — **RAPPORTS DE LA COMMISSION A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE**. In-8, accompagné d'un atlas in-folio de 80 planches, représentant l'ensemble des machines et leurs détails. 20 fr.

PARIS, vice-amiral. — **L'ART NAVAL**, description des derniers perfectionnements et inventions maritimes. 1 très-fort vol. in-4, précédé de **CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES** sur l'état actuel de la marine, et suivi d'un **RÉPERTOIRE ALPHABÉTIQUE** de toutes les matières et d'une **TABLE NUMÉRIQUE** des figures, avec renvoi aux pages où elles sont traitées, et accompagné d'un bel atlas renfermant 59 pl. in-folio gravées, contenant plus de 1,500 figures. 30 fr.

Dans cette publication, ***véritable encyclopédie maritime***, l'auteur introduit les découvertes et les procédés les plus nouveaux, en mettant son travail au niveau des dernières connaissances acquises. L'ouvrage est terminé par des **considérations générales** sur l'état actuel de la marine, qui ajoutent au livre un puissant intérêt. Viennent ensuite deux tables : ALPHABÉTIQUE de toutes les matières et noms d'auteurs, et NUMÉRIQUE de toutes les figures, avec renvois aux pages où elles sont traitées, et qui permettent au lecteur de trouver de suite et très-facilement tous les renseignements dont il a besoin.

— **CATÉCHISME DU MARIN ET DU MÉCANICIEN A VAPEUR**, ou Traité des machines à vapeur marines, de leur montage, de leur conduite, de la réparation de leurs avaries; 2e édition, augmentée de la manœuvre des navires à roues à aubes ou à hélice. In-8 gr. rais. av. de nombr. fig. dans le texte. 10 fr.



Paris. — Imprimerie Arnous de Rivière et Ce, rue Racine, 26.

